www.radio.ru

5•2005

РАДИО

АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

РАДИО НАЧАЛОСЬ 110 ЛЕТ НАЗАД...



- Ламповые УМЗЧ с трансформаторами ТАН
- УКВ ЧМ приемник прямого преобразования
- Стабилизатор напряжения с шагом 1 В
- Сигнализация для слабослышащих
- Гетеродин диапазона УВЧ

...и еще 20 конструкций

5
2005

ISSN-0033-765X
9 770033 765009



9 мая — День Победы

60 лет назад в пригороде Берлина — Карлсхорсте — представители германского верховного командования подписали акт о безоговорочной капитуляции всех немецких вооруженных сил на суше, на море и в воздухе и о прекращении военных действий с 1 часа 01 минуты 9 мая. Закончилась Великая Отечественная война. Это был подвиг всего нашего народа — и тех, кто, не жалея своей жизни, защищал Родину, и тех, кто в тылу ковал для них оружие Победы.

Свой немалый вклад в Победу внесли военные связисты, обеспечивая связью все уровни управления войсками. Немало рассказов о подвигах и боевых реликвий экспонируется в Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи г. Санкт-Петербурга. Две реликвии в его экспозиции имеют самое прямое отношение к памятным событиям 9 мая 1945 года в Карлсхорсте. Это — настольный микрофон фирмы Georg Neumann & Co, который был установлен перед Маршалом Советского Союза Г. К. Жуковым в зале, где подписывался акт о безоговорочной капитуляции фашистской Германии, и телеграфный аппарат 2БДА-43 (П-100), через который по радиоканалу в Ставку Верховного Главнокомандующего был передан акт о капитуляции.







Боевые знамена связистов

Редакция выражает благодарность Военно-историческому музею артиллерии, инженерных войск и войск связи г. Санкт-Петербурга и лично заместителю начальника музея А. Злотникову за помощь в организации фотосъемки экспонатов.

К 60-летию Победы см. также материалы на с. 62 и с. 71.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Первый радиоприемник (вид без антенны) и первый телефонный приемник (см. статью на с. 4)

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

- БЫСТРОЕ ИЗГОТОВЛЕНИЕ TV АНТЕННЫ
- РАБОТА В ИНТЕРНЕТЕ ПОД MS DOS 6.22
- НАСТОЛЬНЫЙ СВЕРЛИЛЬНЫЙ СТАНОК
- ТЕРМОСТАТ ДЛЯ УЛЬЯ
- ПРОСТОЙ ТРАНСИВЕР ДЛЯ ПОХОДОВ

Тираж журнала «Радио» № 4 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 04.04.2005 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Главный редактор Ю. И. КРЫЛОВ

Выпускающие редакторы: Л. Н. ЛОМАКИН, В. Т. ПОЛЯКОВ
Обложка: С. В. ЛАЗАРЕНКО
Верстка: Е. А. ГЕРАСИМОВА, В. П. ОБЪЕДКОВ
Корректор: Т. А. ВАСИЛЬЕВА

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 18.04.2005 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ОИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 50993.

7 мая исполняется... ...110 лет радио и 60 лет Дню радио!

С. МИШЕНКОВ, г. Москва

Так уж получилось, что, с одной стороны, развитие общества в конце теперь уже позапрошлого века настоятельно требовало появления беспроводных средств для организации связи на море и с удаленными районами на суше, а с другой — развитие фундаментальных наук, в частности накопленные учеными знания об электромагнитных волнах (Майкл Фарадей, Джеймс Максвелл, Генрих Герц, Оливер Лодж и др.), уже подготовили основу для решения задачи — передать информацию с помощью электромагнитных волн.

В Минном офицерском классе и в Техническом училище Морского ведомства в Кронштадте пересеклись две важные компоненты, необходимые для решения этой задачи: понимание необходимости разработки новых средств связи для флота и высокий уровень преподавания математики, физики и электротехники. Работая на различных должностях в этих учебных заведениях, выпускник физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета Александр Степанович Попов повторял для иллюстрации курса физики самые свежие для того времени эксперименты по электромагнитным колебаниям. Помня о нуждах флота, он задумывался и о возможности их использования для практических целей.

7 мая 1895 г. (25 апреля по старому стилю) на заседании Русского физико-химического общества в Санкт-Петербурге Александр Степанович впервые продемонстрировал практически действующую систему передачи–приема сигналов с помощью электромагнитных волн. Этому знаменательному событию была посвящена заметка в газете "Кронштадтский вестник" от 12 мая. А вскоре "Журнал Русского физико-химического общества" привел подробное описание содержания этой демонстрации и использованного оборудования. Именно эта демонстрация и считается началом эпохи радио.

Первенство А. С. Попова было признано в 1903 г. на первой всемирной радиоконференции, а год 100-летия этого события (1995 г.) по решению ЮНЕСКО был объявлен годом радио.

Если бы Александр Степанович экспериментировал в другой области физики, радио все равно было бы открыто через несколько лет, так как к этому были все предпосылки. Возможно, в России или какой-то другой стране аналогичные опыты уже проводились до А. С. Попова, но их результаты не получили публичного распространения и не легли в основу их реального применения.

Именно А. С. Попов соединил в своем приемнике когерер и реле для усиления постоянного тока для подключения документирующего телеграфного аппарата, ввел обратную связь в систему восстановления чувствительности когерера и впервые применил приемную антенну.

Александр Степанович проявил себя как идеальный разработчик, гармонично сочетающий инженера и ученого. В Мемориальном музее А. С. Попова сохранился его журнал для регистрации результатов экспериментов, в котором приведены 2000 (!) вольтамперных характеристик различных пар материалов, снятых в поиске лучшего детектора.

Конструкция первого приемника кажется на первый взгляд наивной (см. **1-ю с. обложки**): две дощечки, на которых закреплены когерер, звонок, реле и батарея (таким мы со школьных времен привыкли его видеть). Более подробное изучение материалов по первому приемнику раскрывает секрет такой компоновки: прибор помещался в ящик–экран, к которому крепился параболический отражатель, фокусирующий электромагнитные колебания на четвертьволновый вибратор, сигнал с которого снимался через пружинный разъем.

В рабочей тетради Александр Степанович записал, что длина принимаемой волны определена неточно, так как он не умеет учитывать влияние отражателя на вибратор. Через 110 лет каждый студент радиовуза должен рассказать про коэффициент укорочения вибратора под воздействием окружающих проводников. Но тогда профессор А. С. Попов понимал это явление, зная лишь уравнения Максвелла.

Интересно отметить, что в опытах на море в начале 1896 г. частота принимаемого сигнала была около 600 МГц, что позволило обнаружить явления радиотени и отражения радиоволн, заложить основы радиолокации. Современные радиолокационные и радиорелейные станции по своей конструкции поразительно напоминают приемник, использованный при демонстрации направленных приема и передачи радиосигналов 12 марта 1896 г. на заседании Российского физико-химического общества.

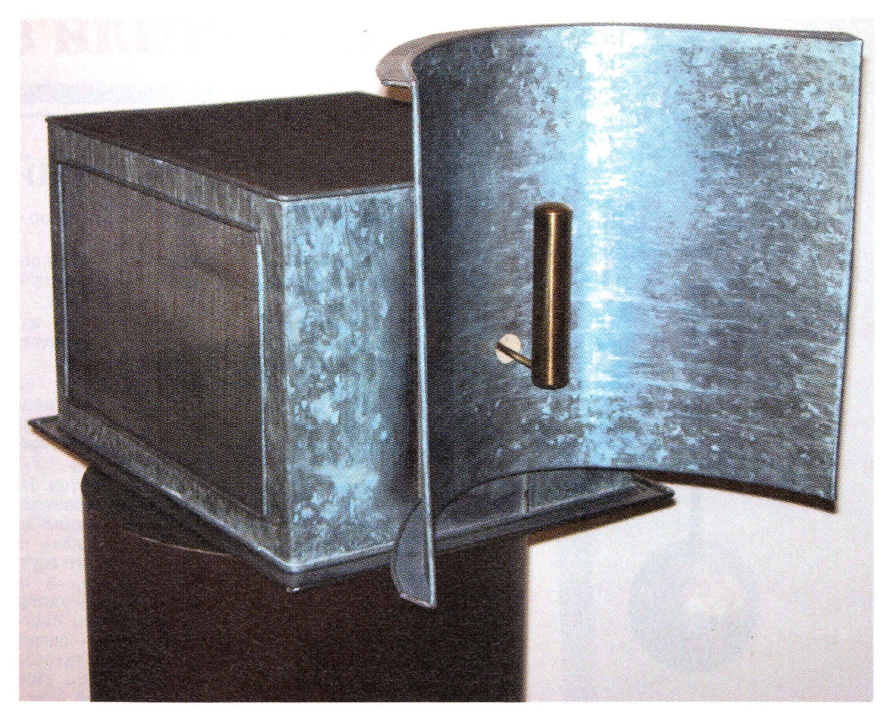
Одновременно с решениями проблем связи А. С. Попов занимался исследованиями распространения радиоволн и регистрацией грозовой деятельности. Для этого на базе первого макета, а затем специально, были разработаны "грозоотметчики" — приборы с регистрацией грозовой активности на вращающемся бумажном барабане или ленте. Скорость движения носителя, одного из грозоотметчиков, — 27 мм в час. Так было положено начало радиометеорологии и служб слежения за радиопомехами. Чувствительность приемника была достаточно высока — макет грозоотметчика в Политехническом музее в Москве, изготовленный строго по описанию Александра Степановича, — срабатывает на искру в выключателе настольной лампы, расположенной в противоположной стороне здания.

Работы по повышению чувствительности приемника для увеличения дальности связи привели к изобретению слухового приема на головные телефоны. Так кончилась эра когерерных приемников: порошок не запекается проходящим током реле и его не надо встряхивать после приема каждой посылки. Впоследствии оказалось возможным отказаться от порошка, заменив его точечным детектором.

Уже в 1899 г. под руководством А. С. Попова строится 45-километровая радиолиния связи до острова Гогланд в Финском заливе. Первая радиограмма в феврале 1900 г. содержала приказ ледоколу "Ермак" выйти в море для помощи рыбакам, унесенным на льдине.

Последние работы А. С. Попова посвящены передаче голосовой информации по радио — им получен патент на искровой телефонный передатчик, амплитуда импульсов которого модулируется угольным микрофоном.

Свою научную деятельность А. С. Попов постоянно совмещал с преподавательской и просветительской. Сохранившееся описание лаборатории Минного офицерского корпуса и мемориальная лаборатория Санкт-Петербургского электротехнического института показывает, как он приучал студентов к исследованиям в процессе обучения, создавал условия для этого. Лаборатории изобилуют реальными устройствами и измерительным оборудованием, необходимым для изучения физических процессов, знание которых необходимо для разработки и эксплуатации оборудования.



Приемник А. С. Попова в сборе с параболической антенной (см. 1-ю с. обложки).

А. С. Попов читал интересные лекции, жил интересами студентов, боролся за их свободу, право на обучение, выбор преподавателей. Он пользовался признанием коллег в России и за рубежом и закономерно был избран в сентябре 1905 г. директором электротехнического института. Воплотить идеи перестройки высшего образования России помешала скоропостижная смерть в новогоднюю (1905/1906 гг.) ночь в возрасте 46 лет.

Экономические условия России начала 20-го века не позволили развернуть массовый выпуск радиооборудования, и первенство захватили такие компании, как Сименс-Гальске, Дюкрете, Телефункен, которые вначале выпускали оборудование, разработанное А. С. Поповым.

Нельзя не отметить работы Гульельмо Маркони, который считается первым в области коммерческого применения радиосвязи. Основанная им фирма Маркони успешно совершенствовала оборудование, ему приписывается первое применение передающих антенн. В отличие от А. С. Попова, Г. Маркони сосредоточился на увеличении протяженности радиолиний и выбрал курс на применение сверхдлинных и длинных волн. Уже в 1901 г. Г. Маркони удалось передать сигналы из Европы в Америку. Большая часть судовых радиосредств того времени выпускалась фирмой Маркони.

Радиосвязь начала победное шествие по планете, в свою очередь активируя развитие всего того комплекса, который мы теперь объединяем общим термином — радио, т. е. все применения электромагнитных колебаний и возбуждаемых ими электромагнитных волн в системах конечных размеров.

Если вам удастся попасть в Санкт-Петербург, обязательно посетите Центральный музей связи им. А. С. Попова, Мемориальный музей — лабораторию в Кронштадте, Мемориальный музей А. С. Попова при Санкт-Петербургском государственном электротехническом университете. Вы увидите приборы и устройства, разработанные или применявшиеся А. С. Поповым, почувствуете атмосферу. А может быть, вы заразитесь его любознательностью, пытливостью, научитесь анализировать явления и разрабатывать принципы и устройства в любой области науки и техники.





Разрядник передатчика судовой радиостанции.

В заключение — огромная благодарность сотрудникам этих музеев, сохраняющим и изучающим несметные богатства истории радио и любезно предоставившим приведенные в этой статье материалы.

Отдельно хотелось бы выразить благодарность директору Центрального музея связи имени А. С. Попова Л. Бакаютовой и главному хранителю музея В. Марченкову за предоставление фотоматериалов, использованных на 1-й с. обложки и в этой статье.



ТАК ШУТИЛИ 80 ЛЕТ НАЗАД...



Бестолковый радиословарь

Антенна — союз блоков, изоляторов и медной проволоки.

Антанта — союз „любителей немецких марок“. Отличается своей непрочностью. (Э. К.).

Аплодисменты — составная часть зарплаты работников искусства. Радиоартистам не выдается. (Плиз).

Батарея — составляется из сухих или мокрых элементов. Не следует смешивать с пивными батареями, которые составляют на столах или под столами **вредные** элементы. См. **элемент.** (Плиз).

Блоки — существуют разных сортов. Бывают блоки левые, правые, антисоветские и антенные. **Левый блок** — последняя надежда французских буржуа удержать падающий франк. Блок очень плохого сорта, так как франк не поднимается, а по-прежнему падает. **Правый блок** — употребляется буржуазией для поднятия своего престижа. **Антисоветский блок** — спешно стряпают английские „конструкторы“. Стряпают с опаской, побаиваясь. чтобы не „перегорели пробки“. **Антенный блок** — можно найти во всех радиомагазинах. Самый прочный и надежный из всех блоков. (Э. К.).

Волокита — см. **обмотка.**

80V — три таинственных знака, в воображении радиолюбителя моментально превращающиеся в четыре других — 250 р. (А. С.).

Высокоомный телефон — прибор, которым после 5—10 „развинчиваний“ и „свинчиваний“ (особая болезнь радиолюбителей) можно с успехом заколачивать гвозди, не боясь его испортить. (А. С).

Грозовой переключатель — мамушкам и бабушкам его назначение лучше не об'яснять — в противном случае не дадут строить такую „страшную ересь“. (А. Р.).

Грозовые разряды — наказание, посылаемое на любителя „свыше“ небесным округом связи. (Э. К.).

Излучение приемника — Ах! Это такое... это так стыдно... (А. С.).

Инструкция — вещь, очень способствующая развитию радиолюбительства: хорошо пропарафинированная, она годится на прокладки в конденсаторах. (Чтение инструкций о радиолюбительстве не рекомендуется, как сильнодействующее на карман и нервы средство). (Э. К.).

Изоляция — „высшая мера наказания“ для радиозайцев.

Катодная лампа — отличается от обыкновенной тем, что плохо светит; прекрасно усиливает воображение радистов. (Плиз).

Конденсаторы — бывают переменные и постоянные:

1) переменными называются постоянные, сделанные кустарным способом, так как их то и дело приходится переменять, и

2) постоянными называются переменные фабричного изготовления, так как в работе они довольно постоянны, вообще тут какая-то путаница. (А. С.).

Контакт — необходимое условие для смычки рабочих и крестьян. (Плиз).

Мачты антенны — должны быть совершенно гладкие (лучше полированные), для того, чтобы воронам было приятнее на них садиться и чтобы радовалось, глядя на это, сердце мосгубинженера.

Метеорологический бюллетень — урок арифметики для младших групп. На неискушенного слушателя действует, как сильное слабительное. (Э. К.).

МГСПС — питомник племенных радиолюбителей. (Плиз).

Обмотка — см. **волокита.**

Радиолина — женское имя из красных святцев. (Плиз).

Радио-зайцы — вид животных, вымирающих вследствие изменения „климатических“ условий. (Э. К.).

Радио-бараны — животные, питающиеся исключительно готовой аппаратурой. (Э. К.).

Радиолюбительство — тихое помешательство в погоне за громкими звуками (А. С.).

Радиомагазин — необходимая, легальная ловушка для опустошения карманов радиолюбителя. (А. Р.).

Радиоконсультант — только человек!.. Честное слово!! А не энциклопедический словарь и не справочник биржевых цен, как то предполагают многие радиолюбители, спрашивая у этого замученного человека: „Что такое столярный клей?“ или „Сколько стоят $1/4$ ф. сапожных гвоздей?“. (А. С.).

Рупор из кассовой ленты — см. способ испытания терпения. (А. С.).

Схема — трудно об'яснить, что это такое. Приведем лучше пример. Приходите вы к товарищу и предлагаете ему сделать приемник по „вашей“ схеме, клятвенно уверяя его, что вы по этой схеме не раз слушали Америку. Ваш товарищ делает приемник. Затем приходит к вам „изблагодарить Вас“. Больше вы с этим товарищем не встречаетесь! (А. С.).

Снижение — вещь очень упрямая: горизонтальным его сделать никогда не ухитришься. (А. Р.).

Телефонная трубка — искушение, которое более практичных радиолюбителей приводит к неприятным „сюрпризам“. (№ отделения милиции роли не играет). (Э. К.).

Фашисты — люди, очень любящие экскурсии с „научными целями“, особенно в СССР. Высота подвеса роли не играет. (Э. К.).

Физкультура — одна из отраслей радионауки. Практически применяется при установке антенн. (Плиз).

Штепсельные гнезда и контакты — вещь очень приятная, так как дает возможность каждому радиолюбителю стать конструктором-изобретателем. (А. Р.).

Элементы — бывают вредные, сухие и мокрые; отличаются между собой продолжительностью жизни. Вредные живут обыкновенно очень долго, несмотря на многократную „строгую изоляцию“. Сухие элементы, как правило, на 75% не доживают до положенного срока, а посему с успехом применяются в радиотехнике. Мокрые элементы... впрочем мокрыми делами и подмоченными репутациями Радиословарь не интересуется. Любознательных читателей отсылаем к „Крокодилу“ и „Бузотеру“. (Плиз).

Настоящая страничка словаря составлена по предложениям т.т. Э. Куникеева, А. Соколова (Н. Новгород) А. Русакова (г. Аулие-Ата—Казакская ССР) и Плиз (Орел).

1925 г., № 19—20

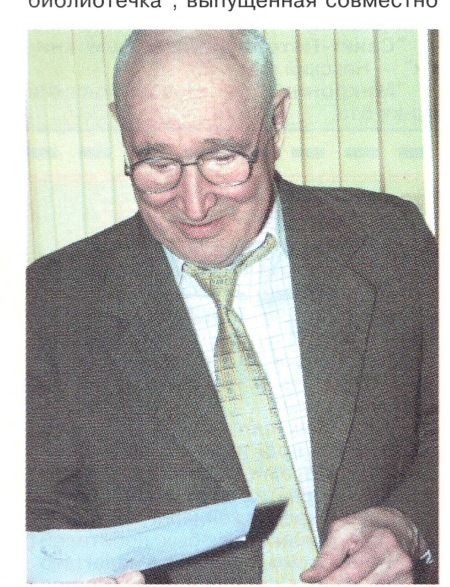
ИТОГИ ЛОТЕРЕИ ЖУРНАЛА "РАДИО"

Проведена очередная (по купонам второго полугодия 2004 г.) лотерея журнала "Радио". Интерес к ней не ослабевает, что подтверждается числом полученных писем с предлагаемыми в каждом номере специальными купонами.



Лоты, разыгрывавшиеся в лотерее.

Среди разыгрываемых лотов в проводимой лотерее на этот раз были изделия радиоэлектронной техники, любезно предоставленные ООО "SCARLETT Company", наборы радиотехнической литературы — серия "Радиобиблиотечка", выпущенная совместно издательским предприятием "Радио-Софт" и ЗАО "Журнал "Радио", а также традиционные лоты редакции — футболки с логотипом журнала и бесплатные подписки на последующее полугодие.



Городецкий И. В. — председатель жюри лотереи.



Разгульнова Е. М. — секретарь жюри лотереи.



Королев Л. Д. — член жюри лотереи.

В состав общественного жюри проводимого розыгрыша вошли: председатель — Городецкий И. В., автор многих статей журнала, много лет активно участвующий в качестве рецензента при подготовке материалов для публикации; секретарь — Разгульнова Е. М., представитель ООО "SCARLETT Company"; член жюри — Королев Л. Д., автор статей по электромузыкальным инструментам.

По результатам розыгрыша выигрыши уедут в 25 областей, во все краевые объединения, в пять республик России, а также в четыре страны СНГ. Счастливыми обладателями разыгранных лотов стали:

Телевизор "SCARLETT SC-2109" — *В. Попенко* (Ростовская обл., г. Шахты).

Проигрыватель DVD "HYUNDAI" H-DVD50004 — *А. Шовкопляс* (Калужская обл., г. Людиново).

Магнитола стерео с CD проигрывателем "SOUNDMAX" SM-1410 — *В. Галимзянов* (Башкортостан, г. Уфа).

Магнитола кассетная стерео "SOUNDMAX" SM-1202 — *Д. Куц* (г. Новосибирск), *Ю. Червоненко* (Астраханская обл., г. Ахтубинск), *А. Чеглеев* (Курганская обл., г. Катайск).

Магнитола кассетная моно "SOUNDMAX" SM-1008 — *А. Кутас* (г. Иркутск).

Приемник носимый "SOUNDMAX" SM-1600 — *Е. Дорофеев* (г. Нижний Новгород), *Д. Савельев* (Одинцовский р-н, г. Кубинка), *А. Ковалевский* (г. Москва), *В. Пузанов* (Ростовская обл., п. Тополевый).

Приемник носимый "SOUNDMAX" SM-1604 — *Р. Хуснутдинов* (Башкортостан, г. Уфа).

Набор инструментов "STAYIER" — *Р. Сруков* (Башкортостан, Урванский р-н, г. Нарткала).

Набор книг "Радиобиблиотечка" — *А. Лукасюк* (г. Москва), *В. Плотников* (Удмуртия, г. Ижевск).

Футболки с символикой журнала "Радио" — *А. Юдин* (г. Москва), *А. Анисимов* (г. С.-Петербург), *С. Козлов* (Челябинская обл., г. Магнитогорск), *В. Дерюгин* (Беларусь, г. Гомель), *С. Лебединский* (Краснодарский кр., г. Ейск), *А. Калинкин* (г. Москва), *Н. Новикова* (Тверская обл., г. Кимры), *В. Сидоров* (Самарская обл., п. Рощинский), *О. Володин* (г. Волгоград), *П. Прокопович* (Ленинградская обл., г. Подпорожье).

Подписка на II полугодие 2005 г. — *В. Щербаков* (Казахстан, г. Актобб), *Н. Дмитриев* (Чувашия, г. Канаш), *В. Сорокин* (РСО Алания, г. Владикавказ), *А. Бубнов* (Алтайский кр.,

(Окончание см. на с. 8)

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

Подписаться на журнал "Радио" вы можете в своем почтовом отделении по каталогу:

Агентства "Роспечать", индекс — 70772.

"Пресса России", индекс — 89032.

Можно подписаться на журнал непосредственно в редакции с получением его также в редакции.

Жители дальнего зарубежья могут подписаться на журнал, отправив заявку по e-mail: **sale@radio.ru**.

Подписавшиеся по индексу 70772 при несвоевременной доставке журнала могут обращаться в ОАО **"Агентство "Роспечать"**:

Тел. (095) 101-25-38, доб. 27-87; доб. 25-30.

Подписавшиеся по индексу 89032 могут обращаться в **ОАО "АРЗИ"**:

Тел.: (095) 443-79-01; 443-64-59.

В редакции журнала "Радио" можно приобрести журналы, перечисленные в **таблице**.

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции, руб.	Стоимость одного номера с пересылкой	
			по России	по СНГ
2001	3—6	20 руб.	32,00	60,20
2002	3—7; 9—12	22 руб.	34,00	62,00
2003	1, 3—11	24 руб.	36,00	65,00
2004	1—12	31 руб.	43,00	71,00
2005	с 1	35 руб.	47,00	75,00

Деньги за интересующие вас журналы нужно переводить на расчетный счет (получатель ЗАО "Журнал "Радио", р/с 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811Сбербанка России г. Москва, к/с 30101810400000000225, БИК 044525225, ИНН 7708023424. Почтовый индекс банка 101000).

Обязательно напишите, за какие журналы вы переводите деньги, и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчетный счет, мы отправим вам журналы.

Наложенным платежом редакция журналы не высылает!

Приобрести журнал в г. Москве можно:

Розничная продажа:

1. Киоски **"Центропечать"**, **"Желдорпресс"**, **"Пресса для всех"**, **"Центр прессы"**.

2. Магазины:

"Техническая книга" — Ленинский проспект, 40, ст. метро "Ленинский проспект".

"Чип и Дип" — ул. Гиляровского, 39, ст. метро "Проспект Мира".

"Кварц" — ул. Буженинова, 16, ст. метро "Преображенская площадь".

Магазин № 1 — ул. Вавилова, 6, ст. метро "Ленинский проспект". Тел. 959-97-47.

Магазин № 2 — Нахимовский пр., 48, ст. метро "Профсоюзная". Тел. 916-57-68.

Магазин № 3 — ул. Верхняя, 23, ст. метро "Белорусская". Тел. 257-10-38.

Магазин № 4 — ул. Б. Спасская, 27, ст. метро "Комсомольская". Тел. 280-12-11.

Магазин № 5 — ул. Маршала Рыбалко, 10, корп. 1, ст. метро "Октябрьское поле". Тел. 194-03-97.

Радиорынки г. Москвы

Оптово-розничная продажа:

Олимпийская книжная ярмарка — Олимпийский пр-т, 2-й подъезд, 1-й этаж, налево, 3-й стол справа, ст. метро "Проспект Мира".

Ленинградский вокзал (около камер хранения).

"Савеловский" — площадь вокзала, ст. метро "Савеловская". Тел. 916-57-17.

"Киевский" (круглосуточно) — торговый ряд "Славянка", павильон 8, ст. метро "Киевская". Тел. 240-70-26.

"Павелецкий" — площадь вокзала, ст. метро "Павелецкая". Тел. 950-36-85.

"Выхино" — Рязанский пр-кт, 86/1, ст. метро "Выхино". Тел. 172-91-28.

"Царицино" — межпутье, торговый павильон, ст. метро "Царицино". Тел. 352-49-46.

"Казанка" — ул. Новорязанская, 16/11, стр. 1, ст. метро "Комсомольская". Тел. 207-95-07.

"Лосинка" — ул. Менжинского, 3, ст. метро "Бабушкинская", ж/д станция "Лосиноостровская". Тел. 471-26-35.

"Ярославский" — выход к Ярославскому вокзалу, ст. метро "Комсомольская". Тел. 975-15-63.

"Тушино" — проезд Стратонавтов, 7, корп. 3, ст. метро "Тушинская". Тел. 491-57-78.

"Первомайский" — Измайловский бульвар, 37, ст. метро "Первомайская". Тел. 163-10-70.

"Курский" — площадь Курского вокзала со стороны ул. Верхнесыромятнической, ст. метро "Курская".

"Курский" — ул. Земляной вал, 9. Тел. 266-52-07.

Магазин № 6 — Измайловское шоссе, 71, корп. Е, ст. метро "Измайловский парк". Тел. 166-79-08.

Оптовая продажа:

Магазин № 23 — ст. метро "Пушкинская", Настасьинский пер., вл. 4. Тел. 299-44-87.

Магазин № 24 — ст. метро "Улица 1905 г.", Звенигородское ш., д. 1, стр. 1. Тел. 256-94-36.

Магазин № 25 — ст. метро "Юго-Западная", пр. Вернадского, 109. Тел. 433-05-93.

Московская область

г. Электросталь, ул. Спортивная, д. 45а. Тел. 8-257-5-36-10.

г. Сергиев Посад, пр-кт Красной Армии, 84/22, "Бизнес-Центр". Тел. 8-254-76-644.

г. Санкт-Петербург

В розницу:

"Санкт-Петербургский Дом книги" — Невский пр-кт, 28.

"Микроника" — Новочеркасский пр-кт, 51а.

ИТОГИ ЛОТЕРЕИ ЖУРНАЛА "РАДИО"

Окончание. Начало см. на с. 7

г. Бийск), *Ю. Мельников* (Нижегородская обл., с. Чернуха), *Т. Есполов* (Казахстан, п. Заводской), *В. Петухов* (г. Калининград), *А. Мартыненко* (г. Орел), *С. Коченов* (КЧР, г. Усть-Джегута), *Н. Семенин* (Свердловская обл., г. Новоуральск), *В. Семенихин* (Тамбовская обл., д. Беляевка), *С. Сорокин* (Кемеровская обл., г. Юрга), *М. Багаутдинов* (Магаданская обл., г. Сусуман), *Д. Илющенко* (г. Оренбург), *Ю. Щедухин* (г. Воронеж), *А. Самойлин* (Челябинская обл., г. Касли), *С. Еремеев* (Иркутская обл., г. Усолье-Сибирское), *А. Кочнев* (Кыргызстан, с. Ново-Покровка), *В. Боровкин* (Беларусь, Витебская обл., г. п. Шумилино), *А. Лапко* (Беларусь, Минская обл., д. Боханы), *А. Гемберг* (Смоленская обл., п. Ёршичи), *И. Мирза* (Красноярский кр., г. Дивногорск), *И. Мифтахов* (г. Челябинск, п. Старо-Камышенск), *В. Камаровский* (Хабаровский кр., п. Чегдомын), *В. Джалагония* (Грузия, г. Сенаки).

Интересно отметить, что в этот раз еще два наших читателя во второй раз оказались в числе выигрывших счастливчиков — В. Джалагония из Грузии и В. Семенихин из Тамбовской области. Желаем всем читателям успехов, читайте журнал "Радио"!

ВНИМАНИЕ!

Появляющиеся в продаже диски с материалами журнала "Радио" являются контрафактными (пиратскими), так как редакция журнала никогда не производила такие диски и никому не уступала прав на их производство.

О случаях продажи CD, DVD, HDD или иных носителей информации с материалами журнала "Радио", а также о сайтах с такими материалами или предложениями о продаже (тиражировании) любых носителей с ними просим сообщать в редакцию обычной или электронной почтой по адресу <**pd@radio.ru**>.

Видеотракт гибридного телевизора DVB-T

Б. ХОХЛОВ, доктор техн. наук, г. Москва

В конце прошлого тысячелетия (1998 г.) началось регулярное наземное цифровое телевизионное вещание в Англии (система DVB-T) и США (ATSC), а затем (начало нового тысячелетия) в ряде стран Западной Европы (DVB-T) и в Японии (ISDB-T). В нашей стране уже также ведутся передачи по системе DVB-T (в Санкт-Петербурге, Москве). Наряду с цифровым продолжается и аналоговое вещание, которое продлится у нас до 2015 г. (ориентировочно). Для приема и цифрового, и аналогового телевидения необходимо иметь либо цифровую приставку (SET-TOP-BOX) к старому телевизору, либо новый гибридный телевизор. О таком телевизоре, построении его видеотракта и рассказано в публикуемой статье.

Гибридный телевизор необходим на период, когда началось цифровое телевизионное вещание, но еще продолжают работать передатчики аналогового телевидения. В Западной Европе, где регулярное вещание по наземной цифровой телевизионной системе DVB-T началось в 1998 г. (Англия), окончание аналоговых передач намечено в разных странах примерно в 2006—2010 гг. В нашей стране "гибридная" эпоха сохранится, по-видимому, дольше.

Гибридный телевизор включает в себя (**рис. 1**) аналоговый приемник (аналоговое шасси), цифровую плату и интерфейс, обеспечивающий их взаимодействие. Цифровая плата (**рис. 2**) содержит селектор каналов, демодулятор сигнала COFDM и блок обработки транспортного потока, который состоит из демультиплексора, дескремблера и декодера MPEG-2. Если цифровая плата выполнена в виде приставки (называемой SET-TOP-BOX), применяют два селектора каналов — аналоговый всеволновый — в аналоговом приемнике и цифровой — в приставке.



Рис. 1

При размещении цифровой платы в аналоговом приемнике можно также использовать два селектора каналов (как в приемнике с интерфейсом IBOLink фирмы PHILIPS), но можно обойтись и одним гибридным селектором каналов. За рубежом большинство фирм, выпускающих цифровые селекторы, предусматривают в них выход аналогового сигнала. В России также разработан такой селектор — СК-В-417. Его прототипом послужил селектор DTT7511 фирмы THOMSON.

На **рис. 3** показана структурная схема примененного в селекторе СК-В-417 радиоканала. Он включает в себя усилители ВЧ 1 (два метрового и один дециметрового диапазонов), системы контуров 2 и 5, перестраиваемые варикапами, управляемое устройство ФАПЧ 6, соединенное шиной I^2C с центральным процессором, преобразователи частоты 3 с гетеродинами 4, формирующие сигнал первой ПЧ, два цифровых фильтра ПАВ 7 и 9, между которыми включен усилитель 8, компенсирующий потери сигнала в фильтрах, и понижающий преобразователь 10, средняя частота сигнала ПЧ на выходе которого равна 7,225 МГц.

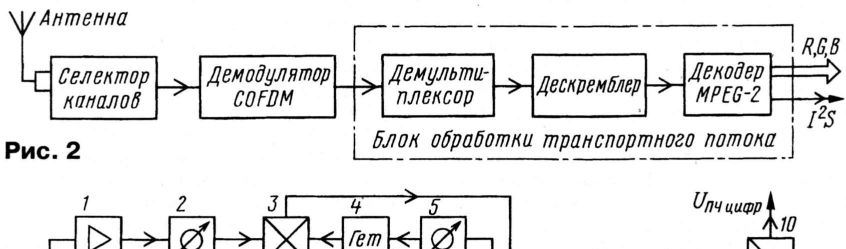


Рис. 2

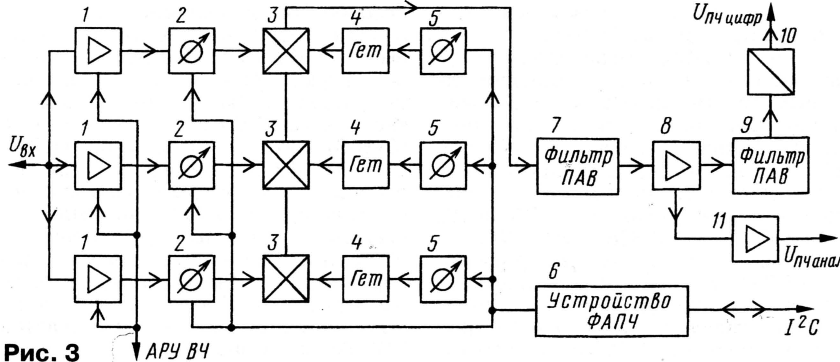


Рис. 3

Несколько лет назад, когда только началась разработка отечественного селектора, понижающий преобразователь был необходим, так как микросхемы цифровых демодуляторов того времени содержали относительно узкополосный АЦП. АЦП в современных демодуляторах COFDM обрабатывают сигналы с частотой более 40 МГц, поэтому понижающий преобразователь может быть исключен. Однако, кроме собственно преобразователя, он имеет также важные узлы, управляющие работой двух цепей: АРУ по сигналу ПЧ и АРУ с регулируемым порогом для управления каскадами усилителя ВЧ в селекторе. Поэтому при модернизации селектора эти функции, очевидно, должны сохраниться.

Аналоговый сигнал ПЧ в отечественном селекторе выведен из усилителя 8, компенсирующего затухание сигнала в цифровых фильтрах ПАВ, и через буферный усилитель 11 поступает на аналоговый фильтр ПАВ. Применение двух цифровых фильтров ПАВ существенно повышает ослабление сигнала смежных каналов (до –70 дБ). Такое решение позволяет занимать все каналы дециметрового диапазона. Если же в смежных каналах сигналов нет, можно ограничиться одним цифровым фильтром ПАВ (например, как в селекторе TD1316SG фирмы PHILIPS, в котором ослабление сигнала на смежных каналах равно примерно 35 дБ).

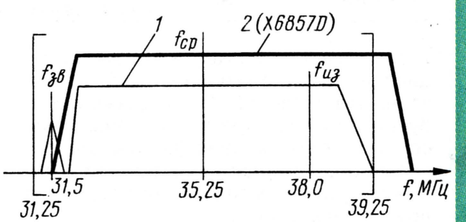


Рис. 4

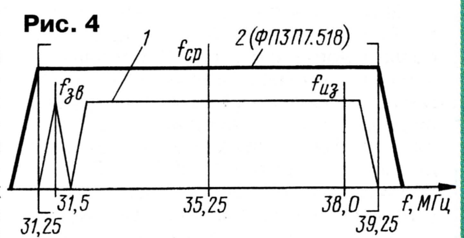


Рис. 5

В западноевропейских цифровых и гибридных телевизорах применяют цифровые фильтры ПАВ с центральной частотой примерно 36,15 МГц, т. е. близкой к центральной частоте спектра телевизионного сигнала ПЧ по используемому там стандарту G. В России приняты телевизионные стандарты D и K (ГОСТ7845-92). На **рис. 4** и **5** цифрой 1 указан спектр сигнала ПЧ шириной 8 МГц (ограничен квадратными скобками), соответствующий отечественной версии стандартов D и K (документ МККР 625 — 4). Частота несущей изображения равна 38, а несущей звука — 31,5 МГц. При нижней границе спектра 31,25 МГц центральная частота канала равна 31,25 + 4 = 35,25 МГц. Такой должна быть и центральная частота АЧХ цифрового фильтра ПАВ.

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

Однако выпускаемые в Западной Европе цифровые фильтры ПАВ имеют центральную частоту, равную или немного больше 36 МГц, как это показано в **таблице** для цифровых фильтров ПАВ фирмы EPCOS. Если такие фильтры применить в отечественном радиоканале с требованиями стандартов D и K, как указано цифрой 2 на рис. 4, в тракте возникнут искажения. На его выход пройдет часть спектра верхнего смежного канала, а низкочастотная часть спектра цифрового сигнала ПЧ будет подавлена. В аналоговом сигнале на выход не пройдет спектр сигнала ПЧ звукового сопровождения. Если перестроить частоту ге-

Цифровой фильтр ПАВ	Параметры фильтра		Страны применения
	Центральная частота, МГц	Полоса пропускания по уровню −3 дБ, МГц	
X6857D	36	8,1	Европа/Азия
X6872D	36,125	7	Европа/Австралия
X6966D	36,125	8	Европа/Азия
X7053L	36,125	8	Европа/Азия
X7251D	36,167	7 или 8 (переключается)	Европа/Азия
X7250D	36	7 или 8 (переключается)	Европа/Азия

теродина в приемнике так, чтобы спектр цифрового сигнала полностью проходил через этот фильтр ПАВ, то искажений не будет. Однако получится нестандартная сетка частот гетеродина (как в западноевропейском стандарте G), причем телевизоры станут источниками помех для других каналов связи.

Для того чтобы решить возникшую проблему, автором было предложено создать новый фильтр ПАВ, предназначенный для отечественных стандартов D и K. Требования к такому фильтру были разработаны и переданы его изготовителям. Центральная частота фильтра должна быть равна 35,25 МГц. Полоса пропускания по уровню −2 дБ — 8 МГц (это позволяет при использовании двух последовательно включенных цифровых фильтров обеспечивать полосу пропускания 8 МГц по уровню −3 дБ). Неравномерность АЧХ в полосе 31,5...39 МГц должна быть не более 0,7 дБ, неравномерность характеристики группового времени запаздывания в той же полосе — менее 50 нс. Остальные параметры — как в обычном цифровом фильтре ПАВ для стандарта G, например, X6857D.

В 2004 г. московская фирма "Бутис-М" разработала цифровой фильтр ПАВ для отечественных стандартов D и K ФПЗП7.518. Испытания показали, что параметры фильтра близки к заданным. Через фильтр свободно проходит спектр сигнала ПЧ стандартов D и K, как показано цифрой 2 на рис. 5. При этом частоты гетеродина в цифровом и аналоговом режимах получаются одинаковыми (например, для 34-го канала в аналоговом режиме

$F_{гет}$ = 575,25 + 38 = 613,25 МГц, в цифровом режиме

$F_{гет}$ = 578 + 35,25 = 613,25 МГц) и соответствуют стандартной сетке частот. Недостаток фильтра — большие габариты примененного корпуса, что затруднит его использование в импортных селекторах каналов. Поэтому необходимо разработать корпус с уменьшенными габаритами (как у импортных).

Сигнал с аналогового выхода селектора через аналоговый фильтр ПАВ подают на УПЧИ телевизора. Все отечественные аналоговые фильтры ПАВ рассчитаны на частоту несущей изображения 38 МГц. Использование в гибридном селекторе каналов внешнего аналогового фильтра ПАВ приводит к необходимости при переходе с цифрового на аналоговый режимы работы переключать исполнительную цепь устройства АРУ.

Западноевропейская фирма MICRONAS разработала микросхему DRX3960A, которая заменяет аналоговый фильтр ПАВ и демодулятор. СБИС подключают к выходу цифрового селектора каналов параллельно с демодулятором COFDM. Сигнал в микросхеме проходит АЦП. Затем видео- и звуковые сигналы ПЧ разделяются и демодулируются. На выходах выделяются видеосигнал ПЦТВ, сигнал ПЧ звука и сигнал управления устройством АРУ ВЧ в селекторе каналов. При этом не требуется переключение в цепях устройства АРУ.

Следует, однако, учесть, что параметры микросхемы DRX3960A в режимах D и K соответствуют западной версии стандарта OIRT, т. е. частота несущей изображения равна 38,9 МГц, которая принята в Польше, Чехии и других странах — бывших членах СЭВ. Поэтому, чтобы можно было использовать аналогичное решение в России, нужно разработать отечественный аналог микросхемы с частотой несущей изображения 38 МГц.

Сигнал с цифрового выхода селектора поступает на вход демодулятора COFDM. Фирмы, изготавливающие микросхемы для европейских разработчиков телевизоров (THOMSON, PHILIPS и MICRONAS), имеют свои версии таких демодуляторов. Фирма PHILIPS использует демодулятор TDA10046, THOMSON — STV360B, MICRONAS — серийно выпускаемую микросхему DRX8872C. Обычно между выходом селектора и входом демодулятора включают регулируемый усилитель (например, микросхему MT1233), на который подают сигнал управления АРУ со специального выхода демодулятора. Так обеспечивается АРУ по каналу ПЧ. Однако узлов для второй цепи — АРУ ВЧ — в микросхеме нет.

Фирма MICRONAS разработала новую серию микросхем DRX397*, в состав которых входит регулируемый усилитель сигнала ПЧ. Кроме демодуляции цифрового сигнала, в них обеспечивается полное управление селектором каналов. Структурная схема на примере микросхемы DRX3975 представлена на **рис. 6**. Эта СБИС содержит цепь АРУ по ПЧ, а также узел управления задержанной АРУ с управляемым порогом в усилителях ВЧ селектора каналов. На пороговое устройство подают сигнал ($U_{из}$) со входа цифрового фильтра ПАВ. Встроенный микропроцессор МП, управляемый по шине I^2C, обеспечивает переключение каналов в режиме с ФАПЧ. При этом использован тактовый сигнал частотой 4 МГц, снимаемый с селектора.

В цифровом канале микросхем улучшено подавление импульсных помех и уменьшено влияние отраженных сигналов. Он выполняет все необходимые функции по обработке цифрового сигнала, для чего включает в себя блоки:

Рис. 6

Front-end (ФЕ) с демодулятором COFDM и узлами системы АРУ, быстрого обратного преобразования Фурье (БПФ), ОЗУ, обратного внутреннего перемежения (ОвнуП) и внешнего (ОВнеП), внутреннего декодирования Витерби (ВД), декодера Рида-Соломона (ДРС) и дерандомизации (ДРМ). На **рис. 7** показано включение такой СБИС.

Как уже отмечено выше, в современных цифровых демодуляторах существенно расширена полоса пропускания АЦП, в результате чего отпала необходимость в понижающем преобразователе в селекторе каналов. Поэтому целесообразно объединять селектор каналов и цифровой демодулятор в единый блок Front-end. Ведущие зарубежные фирмы перешли на выпуск таких блоков для приема наземного (DVB-T), кабельного (DVB-C) и спутникового (DVB-S) сигналов (например, TU1200, CU1200 и SU1200 фирмы PHILIPS). Целесообразно и в нашей стране на основе селектора СК-В-417 разработать современный блок Front-end, полностью соответствующий отечественным стандартам D и K. Вместо понижающего преобразователя в состав селектора должен быть введен демодулятор COFDM, например DRX397*.

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

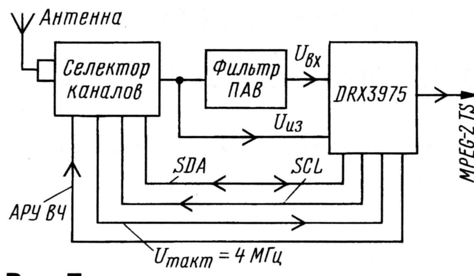


Рис. 7

MPEG-2. Полученные видеосигналы обрабатываются видеопроцессором. В нем формируются цифровые сигналы RGB и ITU-R656. Встроенный кодер PAL переводит сигналы R, G, B в ПЦТВ. Для получения аналоговых сигналов ПЦТВ и R, G, B применены встроенные ЦАП.

Звуковой процессор преобразует полученные в декодере MPEG-2 аудиосигналы в форматы I^2S и S/PDIF. Встроенный ЦАП обеспечивает получение звуковых сигналов быстрого обращения CPU к SDRAM.

В СБИС предусмотрены интерфейсы для двух шин I^2C, двух стандартных модемов UART (двух и шести разрядов) и двух смарт-карт.

Микросхему PNX8310 можно использовать в приемнике DVB-T. При этом применяют цифровой селектор каналов TD1316CAN, содержащий фильтр ПАВ и COFDM-демодулятор TDA10046. К СБИС подключают микросхемы памяти SDRAM объемом 32 или 64 Мбит и флэш-память от 1 до 16 Мбит. ЦАП звукового сигнала служит микросхема UDA1334.

На выходе демодулятора выделяется транспортный поток TS, который одинаков в эфирном, кабельном и спутниковом приемниках. Поэтому выход демодулятора служит естественным местом разделения блока Front-end и узла обработки транспортного потока.

Транспортный поток проходит демультиплексор, дескремблер и декодер MPEG-2. Фирма PHILIPS разработала для этого несколько поколений СБИС, например, PNX8550. Фирма MICRONAS для этих же целей разработала серию СБИС MDE95**. Наибольшие возможности заложены в микросхему MDE9500. В ней предусмотрены входы для двух транспортных потоков от декодеров DVB-T/C/S и двух аналоговых сигналов ПЦТВ. В СБИС происходят демультиплексирование, дескремблирование и декодирование MPEG-2 цифрового потока. Видеосигналы выведены из микросхемы в цифровой форме (ITU-R656), в формате RGB или встроенным кодером PAL преобразуются в ПЦТВ. Декодированные звуковые сигналы снимаются по шине I^2S.

Поступающие на СБИС аналоговые сигналы ПЦТВ демодулируются всестандартным цветовым декодером. Для управления микросхемой и всем телевизором использован встроенный Risc-процессор с тактовой частотой 108 МГц. Имеются встроенная память SDRAM на 32 Мбит и возможность использования внешней памяти до 512 Мбит. Предусмотрены также вход для фотоприемника и интерфейсы, обеспечивающие возможность подключения трех шин I^2C, модема, компьютера и смарт-карты.

Упрощенный вариант СБИС MDE9502 содержит меньшее число интерфейсов (например, только один интерфейс I^2C). Он предназначен для простого гибридного телевизора или приставки SET-TOP-BOX.

К настоящему времени фирмой MICRONAS разработаны еще три модификации СБИС MDE****: MDE9515, MDE9517 и MDE9518. Во всех трех исключен всестандартный декодер цветности, а в последних двух отсутствует также и встроенная память, но введен ЦАП в канал звука, так что непосредственно с них могут быть сняты звуковые сигналы L и R, поступающие на усилители ЗЧ. На **рис. 8** представлена упрощенная структурная схема СБИС MDE951*. Блоки внешней памяти SDRAM и Flash подключены к процессору управления CPU через контроллер памяти. Транспортный поток TS проходит демультиплексор и декодер

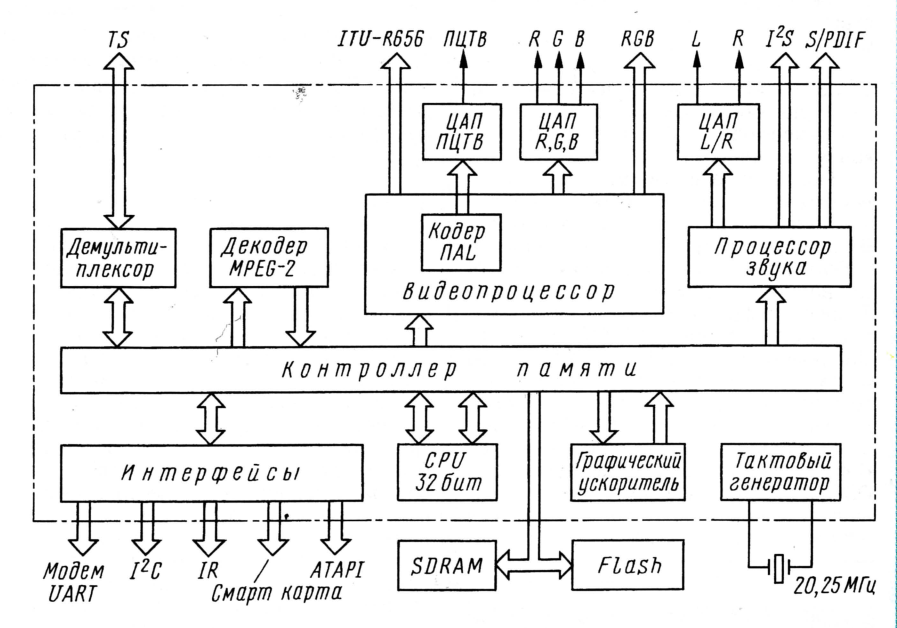


Рис. 8

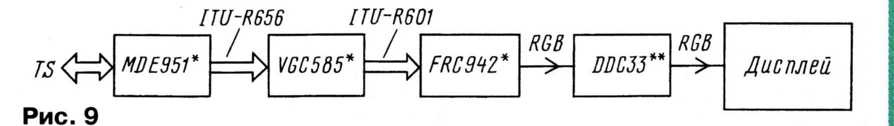


Рис. 9

лов правого R и левого L каналов. Встроенные интерфейсы предусматривают возможность подключения внешней периферии (шины I^2C, смарт-карты, модема, фотоприемника IR и т. д.). Тактовый генератор использует внешний кварцевый резонатор на частоту 20,25 МГц.

Фирмой PHILIPS создан новый процессор PNX8310 для обработки транспортного потока. СБИС напоминает процессоры MDE91** фирмы MICRONAS, но в ней отсутствуют входы для аналогового сигнала. В состав СБИС входят демультиплексор, дескремблер, декодеры MPEG-2 для видеосигнала и сигнала звука, цифровой процессор звука с 20-разрядной шиной данных, встроенный процессор управления MIPS PR 1910 с тактовой частотой 120 МГц, поддержкой режимов MIPS II и MIPS 16, быстрое ОЗУ объемом 8 кбит с шиной данных на 16 разрядов, возможностью подключения внешней памяти SDRAM объемом 16, 128, или 256 Мбит, с сокращением размера кода на 40 % благодаря MIPS 16 и возможнос-

Процессор PNX8310 можно также применить в спутниковом приемнике DVB-S (со СБИС радиоканала TDA8262 и цифровым демодулятором TDA10086).

Номенклатура выпускаемых за рубежом микросхем для системы DVB-T позволяет разрабатывать все варианты цифровой платы, начиная от простейшей приставки и кончая цифровым 100-герцовым блоком IDTV. Как известно, возможны три варианта выполнения цифрового приемника DVB-T. Это, во-первых, — DVB SDTV, когда по одному телевизионному каналу можно принимать несколько обычных телевизионных программ с форматом 625 строк и 50 полей. Во-вторых, — IDTV, когда благодаря применению блоков памяти на строку и поле происходит преобразование стандарта на частоту полей 100 Гц или в прогрессивную развертку. При этом уменьшаются шумы и мерцание яркости. Наконец, в-третьих, — вариант HDTV, который предусматривает передачу по одному каналу только одной программы телевидения высокой четкости (ТВЧ).

Известно, что принятый в США цифровой стандарт ATSC ориентирован на использование приемника ТВЧ. Кроме того, систему DVB-T/HDTV внедряют в Австралии. При этом обеспечивается принципиально лучшее качество изображения, чем при приеме аналоговых программ. Еще в 1998 г. в Берлине, в институте Генриха Герца, была разработана микросхема HDTV декодера HiPEG для приемника DVB-T по технологии 0,35 мкм. В СБИС предусмотрен формат изображения на 1152 строки, содержащих по 1920 пикселей. Работы в этом направлении ведутся большинством фирм, изготавливающих микросхемы. Так, микросхема для дисплея и развертки фирмы MICRONAS DDC3316 поддерживает все стандарты HDTV (до 1080 строк при частоте строчной развертки 64 кГц и полосе пропускания по каналам RGB 30 МГц).

В настоящее время идет разработка необходимых для ТВЧ СБИС преобразования стандартов (серия FRC942*). В этом году предполагается завершить работы по всем необходимым для ТВЧ (в варианте DVB-T) микросхемам. Транспортный поток может обрабатываться процессором MDE951* (**рис. 9**). Цифровой сигнал в формате ITU-R656 поступает на декодер ТВЧ VGC585*, затем сигнал ITU-R601 проходит преобразователь стандарта FRC942* и полученные широкополосные сигналы R, G, B подают на дисплей через процессор DDC33**. Дисплеем может служить кинескоп высокой четкости или плоская панель, например, LCD.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

"Удлинитель" для пультов дистанционного управления

К статье "Многокомнатная видеоаудиосистема" ("Радио", 2004, № 3, с. 14, 15, 24)

Ю. ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ, г. Таганрог

Рассмотренная в прошлом году в журнале многокомнатная видеоаудиосистема работоспособна, если в устройстве переизлучения команд ПДУ применены фотоприемники, никак не изменяющие сигналы команд, т. е. относительно старые изделия. Для того чтобы и современные фотоприемники, например, серии TSOP и т. п., можно было использовать в такой системе, устройство необходимо доработать. Об этом и других вопросах по применению элементов в устройстве и рассказано в публикуемой здесь статье.

После публикации указанной выше статьи у радиолюбителей возник ряд вопросов. Поэтому целесообразно дать более подробную информацию по "удлинителю" для пультов ДУ, особенностям его эксплуатации с различной бытовой аппаратурой, выбору фотоприемников и ИК излучающих диодов для него. Следует сразу отметить, что "удлинитель" для многокомнатной системы (по схеме на рис. 4 в статье) был испытан с конкретным устройством — автономным блоком ДУ RS-100 фирмы SANSUI. Он способен принимать и немодулированные ИК посылки (фотоприемник не содержит полосового фильтра для выделения несущей частоты 36 кГц). Для использования же "удлинителя" с большинством видов современной бытовой аппаратуры его необходимо доработать.

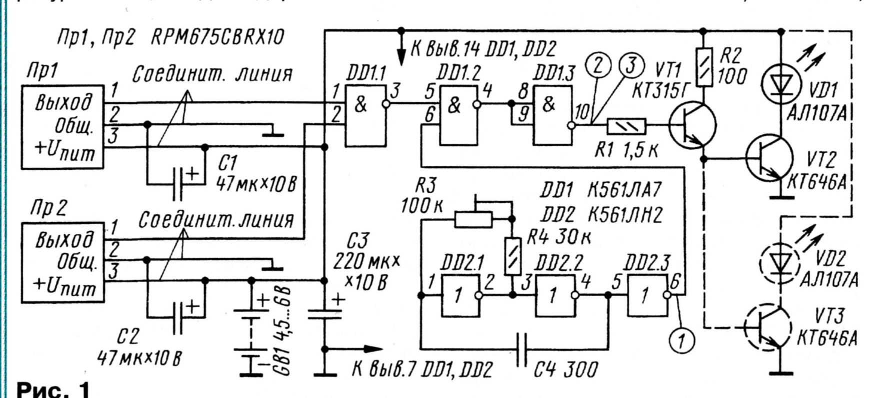


Рис. 1

Один из наиболее простых вариантов схемы доработанного "удлинителя" показан на **рис. 1**. Основное отличие такого "удлинителя" от рассмотренного ранее состоит в применении генератора несущей частоты на микросхеме DD2, формирующего импульсы заполнения положительной полярности с размахом, приблизительно равным напряжению источника питания. Период следования импульсов устанавливают подстроечным резистором R3 в пределах 18...80 мкс (частота повторения — 12,5...55 кГц). Выходные импульсы с вывода 6 элемента DD2.3 поступают на вывод 6 элемента DD1.2. На выходе инвертора DD1.3 (вывод 10) формируются пакеты импульсов положительной полярности. Форма импульсов на выводе 6 элемента DD2.3 при частоте несущей заполнения 36 кГц, применяемой в большинстве систем ДУ бытовой аппаратуры, представлена на **рис. 2**, осциллограмме 1. Следовательно, ИК излучающие диоды VD1 (и VD2) посылают ИК сигналы с амплитудно-импульсной модуляцией. Их структура и параметры определяются ИК посылками, принимаемыми фотоприемниками Пр1, Пр2 от пультов ДУ различной бытовой аппаратуры.

В "удлинителе" вместо транзистора КТ315Г (VT1) применим КТ3102А.

Испытания макета доработанного "удлинителя" были проведены со следующими аппаратами и пультами ДУ: видеоплейером PANASONIC — NV-SJ5MK2, видеомагнитофонами PANASONIC — NV-F55AM/AG-4700E, все с пультом ДУ VEQ1562; проигрывателем DVD SAMSUNG — DVD-709 с собственным пультом ДУ; ресивером SHERWOOD — R525R с собственным пультом ДУ RM-RV-N25; телевизором JVC — G21T с пультом ДУ RM-C457; телевизором РУБИН — 55M10-1 с собственным пультом RC-7; автономным блоком и пультом ДУ RS-100 фирмы SANSUI. В первую очередь была проверена работоспособность "удлинителя" при работе с этими аппаратами на различных несущих частотах. В макете использован один ИК излучающий диод L53SF4BT, размещенный на расстоянии 4 м от испытуемой техники. Результаты испытаний сведены в **табл. 1**.

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

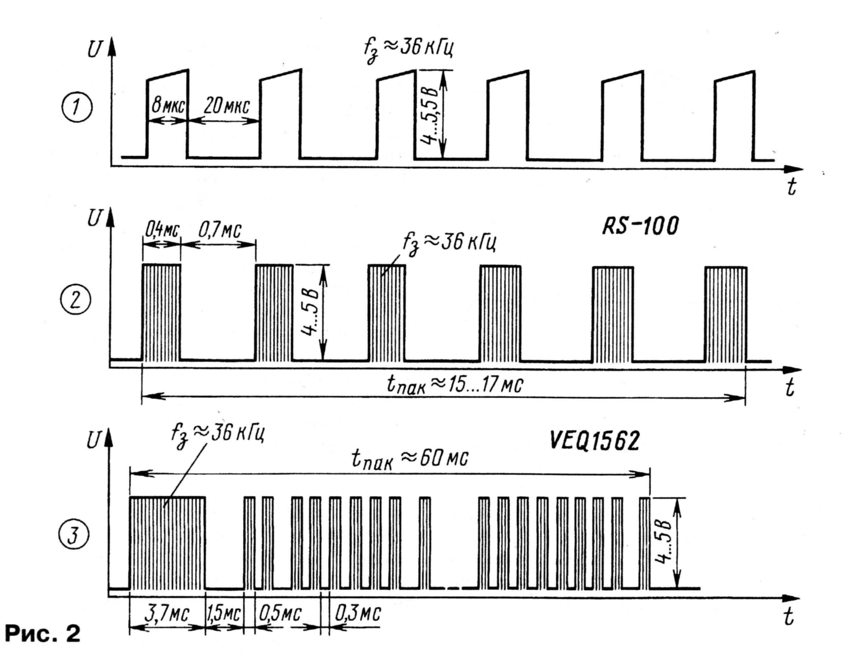


Рис. 2

Точные границы частотного интервала у последних двух аппаратов в таблице не могли быть определены, так как интервал несущих частот макета находился в пределах 12,5...55 кГц.

В указанных интервалах частот испытанная аппаратура уверенно выполняла команды, формируемые макетом "удлинителя". Как видно из результатов испытаний, требования к точности установки несущей частоты для разных аппаратов существенно отличаются. Полосы рабочих частот различных систем ДУ определяются как параметрами полосовых фильтров в конкретных фотоприемниках, так и структурой самих систем и способами обработки сигналов, поступающих с фотоприемников. Полученные результаты действительны при напряжении 4,5 В источника питания макета "удлинителя". В случае увеличения напряжения до 6 В, а также при уменьшении расстояния между пультами ДУ и фотоприемником полосы пропускания систем ДУ увеличиваются.

Таблица 1

Аппарат	Фотоприемник	Интервал частот, кГц
PANASONIC — NV-SJ5MK2	PNA4611M08VT6	32...40
PANASONIC — NV-F55AM	VEK5206	25...41
PANASONIC — AG-4700E	VEK6407	36...40
SAMSUNG — DVD-709	GP1U281Q	21...40
JVC — G21T	TFMS5380ESN	16...52
РУБИН — 55М10-1	TSOP1836	36...37
SHERWOOD — R525R	Нет сведений	Менее 12,5...40
SANSUI — RS-100	Нет сведений	Менее 12,5...более 55

Наиболее простой способ кодирования сигналов ДУ из перечисленных выше аппаратов применен в блоке SANSUI — RS-100. Его пульт собран на микросхеме M50115P фирмы MITSUBISHI, выходной транзистор — 2SC2001. Генератор импульсов стабилизирован кварцевым резонатором на частоту 455 кГц. Пульт формирует пачки импульсов ИК излучения на несущей частоте около 36 кГц. Размах импульсов на излучающем диоде — 1,7 В. Временная диаграмма транслируемых "удлинителем" импульсов на выходе элемента DD1.3 (см. рис. 1), принятых с пульта, изображена на рис. 2, осц. 2. Число пачек импульсов и длительность межимпульсных интервалов зависят от кода передаваемой команды.

Более сложные сигналы для системы ДУ использованы в аппаратуре PANASONIC. Временная диаграмма транслируемых "удлинителем" сигналов на том же выходе элемента DD1.3 (см. рис. 1), принятых с пульта VEQ1562, показана на рис. 2, осц. 3. В начале каждого пакета модулированных пачек импульсов длительностью 60 мс передается синхросигнал длительностью 3,7 мс. Период следования пакетов импульсов при постоянном нажатии какой-нибудь кнопки пульта — 130 мс. Число пачек и длительность межимпульсных интервалов зависят от кода передаваемой команды.

Похожие сигналы для системы ДУ применены в звуковой аппаратуре фирмы SHERWOOD. Синхросигналы в ней имеют длительность 9,5 мс, после паузы в 4,2 мс следует кодовый пакет пачек (длительностью 0,8 мс) импульсов. Число пачек и их расположение в пакете зависят от кода команды. Общая длительность кодового пакета — 65 мс. Период следования пакетов при непрерывном удержании любой кнопки на пульте ДУ — 125 мс. Как видно в табл. 1, в фотоприемнике ресивера вместо полосового фильтра применен фильтр НЧ (фотоприемник реагирует и на немодулированные посылки).

Длительность синхросигналов в системе ДУ аппарата SAMSUNG (DVD) равна 10 мс. Кодовый пакет следует после него через 13,5 мс. Общая длительность пакета, включая синхросигнал и паузу, равна 84 мс. В отличие от предыдущих систем, при непрерывном нажатии кнопки на пульте ДУ кодовый сигнал повторяется лишь единицы раз, после чего генерируются пачки немодулированной несущей длительностью 9 мс с периодом следования 110 мс.

Длительность синхросигналов в системе RC-7, используемой в телевизорах РУБИН последних лет выпуска, равна 1 мс. После паузы в 0,8 мс следует кодовый пакет пачек импульсов, длительность которого с синхросигналом равна 24 мс. Период следования пакетов при непрерывном удержании какой-нибудь кнопки — 120 мс. Система ДУ RC-7 чрезвычайно чувствительна к точности установки частоты несущей, поэтому для аппаратуры с такими системами может потребоваться установка в "удлинитель" кварцованного генератора.

В системе ДУ телевизоров JVC синхросигнал состоит из двух пачек (длительностью 0,75 мс) импульсов с паузой между ними в 1,4 мс. Длительность кодового пакета с синхросигналом — 26 мс. Период следования пакетов при удержании любой кнопки на пульте — 47 мс.

Следует отметить, что все измерения временных параметров были проведены осциллографом С1-83 на выходе элемента DD1.3 "удлинителя", транслирующего сигналы испытуемых пультов ДУ, поэтому численные значения имеют погрешности. Например, точные значения временных параметров сигналов в системе СДУ-5 с кодом RC-5, используемой в ряде моделей телевизоров РУБИН, ГОРИЗОНТ, ТЕМП и др. таковы: частота несущей — 36,84 кГц, длительность кодового пакета — 24,89, с синхросигналом — 28,45, а период следования пакетов — 113,78 мс. Подробно ознакомиться с особенностями системы можно в статье "Особенности системы дистанционного управления СДУ-5" ("Ремонт&Сервис", 2002, № 4, с. 8—20).

Перейдем к рассмотрению вопросов выбора фотоприемников и ИК излучающих диодов для "удлинителя" и особенностей его эксплуатации. Фотоприемники могут быть использованы во многих радиолюбительских конструкциях, поэтому на особенностях их применения остановимся более подробно. Под фотоприемником будем понимать чувствительный к ИК излучению (и не только) прибор с согласующим устройством, обеспечивающим его использование в конкретной аппаратуре. Такими приборами обычно служат фотодиоды, имеющие максимальную чувствительность в инфракрасной области спектра излучений, а вот согласующие устройства отличаются большим разнообразием.

Фотоприемники выпускает довольно большое число фирм, однако изделия только некоторых из них относительно доступны в России (продают их российские дистрибьюторы, номенклатура невелика). К этим фирмам можно отнести TEXAS INSTRUMENTS (или TI)/BURR BROWN (обозначение фотоприемников — OPT), BRIGHTLED (BPD, BPT, BRM), OSRAM (BPX), SHARP (GP), KINGBRIGHT или KGB (L), ROHM (RPM), SONY (SBX), SIEMENS (SFH), SANYO (SPS), VISHAY (TSOP). Фотоприемники (значительно большей номенклатуры) можно приобрести в сервисных центрах и мастерских, что, как правило, довольно дорого, а также на радиорынках.

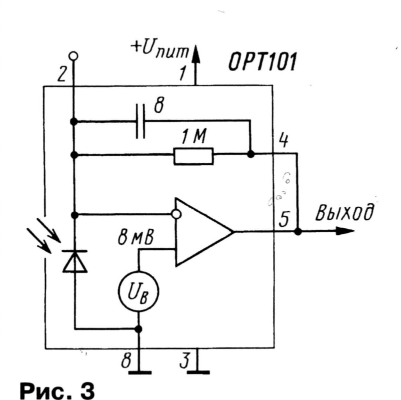


Рис. 3

Рис. 4

Для удобства дальнейшего изложения введем условную классификацию на группы фотоприемников, доступных для приобретения в России: 1 — широкополосные фотоприемники с линейными усилителями в интегральном исполнении, продаваемые российскими дистрибьюторами электронных компонентов; 2 — старые фотоприемники на дискретных элементах для ДУ конкретной бытовой аудиовидеотехникой; 3 — фотоприемники в интегральном исполнении того же назначения; 4 — новейшие фотоприемники в интегральном исполнении, имеющиеся в ассортименте фирм-дистрибьюторов электронных компонентов и на радиорынках. Еще раз следует подчеркнуть, что классификация условная, поэтому не исключено, что один и тот же фотоприемник может быть включен не только в одну группу.

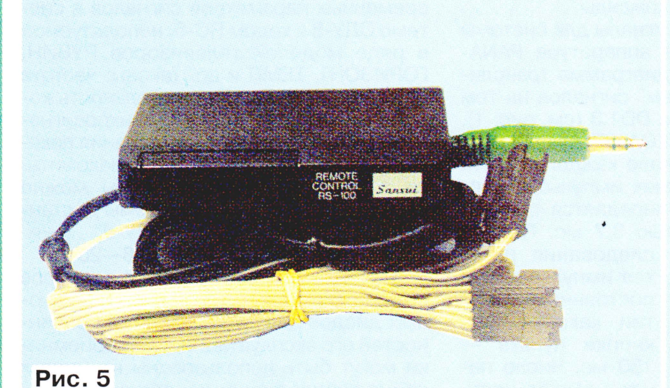


Рис. 5

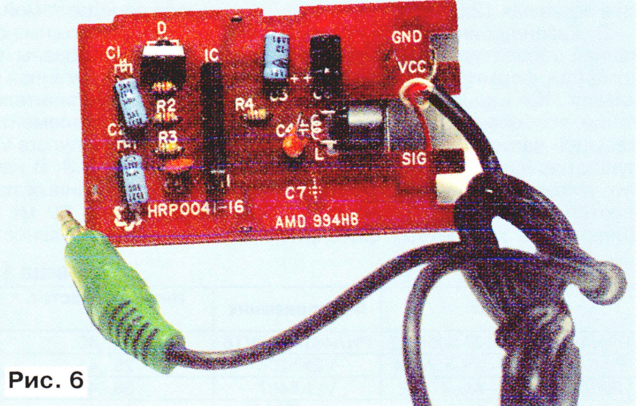


Рис. 6

В группу 1 входят, например, фотоприемники OPT101P, OPT301M фирмы TI/BURR BROWN, имеющиеся в прайслистах 2003, 2004 гг. ряда российских дистрибьюторов электронных компонентов. Фотоприемник OPT101P (цена — около 5 долл. США) представляет собой прецизионный прибор. Он может быть использован в медицинском и лабораторном оборудовании, в цветовых анализаторах для фотографии, в качестве датчиков обнаружения объектов и т. п. Для многокомнатной системы этот фотоприемник не подходит. Его принципиальная схема показана на **рис. 3**, а спектральная характеристика — на **рис. 4**. Как видно из характеристики, ее левый склон довольно линеен и перекрывает весь интервал видимых цветов, а также часть ультрафиолетового и инфракрасный участки спектра излучений. Параметры фотоприемника фирмой-изготовителем нормированы для длины волны 650 нм (примерно середина красного участка спектра). Чувствительность фотоприемника — 0,45 В/мкВт (имеется в виду мощность светового потока, падающего на фотодиод). Диапазон рабочих частот при размахе выходного сигнала 10 В — 20 кГц. Напряжение питания — 2,7...36 В.

К группе 2 можно отнести фотоприемники, выпускавшиеся примерно до начала 90-х годов для систем ДУ телевизоров, видеомагнитофонов, проигрывателей CD, УМЗЧ и др. Большинство из них можно использовать в многокомнатной системе. Однако в настоящее время их уже не найти в каталогах дистрибьюторов, хотя некоторые типы еще можно заказать через сервисные центры или приобрести на радиорынках. Конструктивными особенностями этих фотоприемников можно назвать наличие металлического экрана и применение внешнего оптического фильтра как элемента конструкции аппарата, в который он установлен. Фильтр нужен для устранения засветки фотоприемника видимым светом.

Некоторые фирмы выпускали и оригинальные конструкции таких фотоприемников. Например, фирма SANSUI, ранее известная своей звуковой аппаратурой различного класса, в том числе Hi-Fi и Hi-End, производила комплект вышеназванной системы RS-100 для своей аудиотехники, не оборудованной беспроводными системами ДУ. Комплект состоит из базового блока, фотоприемника, пульта ДУ и интерфейсных кабелей. Фотоприемник, внешний вид которого представлен на **рис. 5**, размещен в пластмассовом корпусе размерами 70×60×15 мм с окном, закрытым оптическим фильтром. На печатной плате фотоприемника размерами 60×40 мм установлены фотодиод, микросхема BA6340 (восемь выводов) фирмы ROHM, шесть конденсаторов, четыре резистора и дроссель фильтра. Плата закрыта экранами. Внешний вид платы без экранов показан на **рис. 6**.

Группа 3 фотоприемников наиболее многочисленна. Большинство из них подходят для применения в "удлинителе" многокомнатной системы, т. е. имеют переходные характеристики, показанные на рис. 3,б в первой статье. Под переходной характеристикой здесь понимаем зависимость выходного сигнала фотоприемника от принимаемых импульсов с пультов ДУ (характеристика свет-сигнал). В случае, если сигнал на выходе конкретного фотоприемника инверсный (импульсы положительной полярности), на входах (выводы 1 и 2) элемента DD1.1 (см. рис. 1) следует установить два неиспользованных инвертора микросхемы DD2. Много фотоприемников третьей группы рассчитаны на напряжение питания 5 В, однако и немалое их число работают при пониженном напряжении 3,3 В, что не представляет препятствия для их применения в многокомнатной системе (микросхемы серии К561 при таком напряжении еще работоспособны).

В эту же группу входят приборы серии TSOP фирмы VISHAY. Структурная схема фотоприемника TSOP2236 изображена на **рис. 7**. Такой фотоприемник использован в моноблоках фирмы PHILIPS на шасси EPSILON 2001. На этом шасси выпущено около 40 моделей с размерами экрана 14, 20, 21 дюйм. Как видно на схеме, в фотоприемник входят фотодиод, входная цепь 1, усилитель с АРУ 2, полосовой фильтр 3 для выделения несущей частоты излучаемых пультами ДУ сигналов, узел управления 4, демодулятор (выпрямитель) 5 и выходной ключевой каскад. Форма импульсов соответствует показанным на рис. 3,б в статье по многокомнатной системе.

Приобрести фотоприемники третьей группы вполне реально через авторизованные сервисные центры различных фирм (они, как правило, имеют авторизацию сразу нескольких производителей). Для заказа необходимо знать мар-

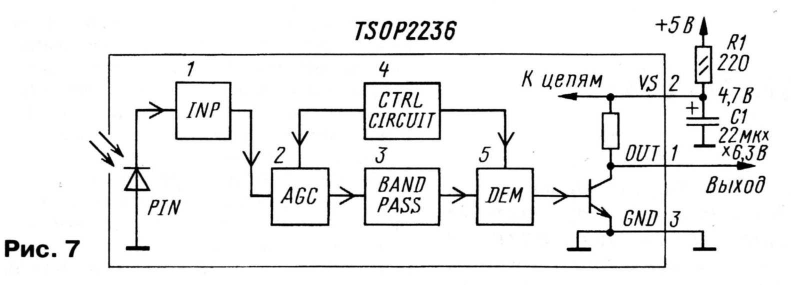


Рис. 7

ку модели аппаратуры и тип фотоприемника. Некоторые сведения о применяемости фотоприемников в телевизорах перечислены в **табл. 2**.

Недорогой (1,5 долл. США) фотоприемник TSOP1736 имеется в прайс-листах российских дистрибьюторов, т. е. относится как к третьей, так и к четвертой группе, также как названный в статье по многокомнатной системе RPM675CBRX10 (в каталогах — RPM675CBR, цена — 1,5 долл. США). К сожалению, автор не располагает достоверной информацией о параметрах других типов фотоприемников группы 4.

Следовательно, для применения в многокомнатной системе подходят различные фотоприемники групп 2—4, имеющие форму переходной характеристики (свет/сигнал), показанную на рис. 3,б в первой статье. Выбор типа фотоприемника следует делать, ориентируясь на ее рекомендации и отдавая предпочтение фотоприемникам в интегральном исполнении (не будет проблем со световой экранировкой).

Таблица 2

Телевизор, фирма	Шасси	Фотоприемник (фирма)
JVC — C14T1	Нет св.	GPU721Q (SHARP)
SAMSUNG	SCT12B	OAC-06H1
	KS2A	OPC-30VFM
PHILIPS	L9.1EAB	TSOP2836UH1 (VISHAY)
HORIZONT — T63DTV-710	Нет св.	SEMS5360
SONY	BE-5	SBX1981-519(SONY)
ROLSEN — C1420/2120	Нет. св.	HS0038
ВИТЯЗЬ — CTV-6612/6622	Нет св.	SFH506-36 (SIEMENS)
FUNAI — TV-2000AMK12	Нет св.	PIC3704SR
ROADSTAR, FUNAI, HORIZONT, LUMATRON и др.	11AK-30	TSOP1736 (VISHAY)

Основными параметрами ИК излучающих диодов следует назвать мощность излучения, номинальный прямой ток, импульсную мощность излучения, постоянное прямое напряжение. Длина волны максимума спектра распределения излучения обычно не выходит за пределы 0,8...1,3 мкм, время нарастания и спада излучения — десятки нс.

В "удлинителе" можно применить много ИК излучающих диодов как отечественного, так и зарубежного производства. Основное внимание при выборе нужно обратить на их мощность излучения. Из подходящих отечественных можно отметить АЛ107А (мощность излучения — 6 мВт при токе 100 мА), АЛ107Б (10 мВт при токе 100 мА), АЛ156А (5 мВт при токе 100 мА), АЛ156Б (12 мВт при токе 100 мА), АЛ156В (15 мВт при токе 100 мА).

Довольно большой ассортимент зарубежных ИК излучающих диодов имеется в прайс-листах отечественных дистрибьюторов электронных компонентов и на радиорынках. Из подходящих для применения в "удлинителе" можно назвать CL940 L-34F3C, CL940 L-53SF4BT фирмы KGB (испытаны автором в макете "удлинителя"); 875TSHA4401, 940TSAL4400 фирмы VISHAY; BIR-BM1314G/BL, BIR-07F4G фирмы BRIGHTLED и многие другие. Для системы СДУ-5 рекомендовано применение двух диодов АЛ156А (АЛ147А, CQY90) или одного АЛ165А в указанной выше статье.

Отдельно необходимо рассмотреть вопрос о выборе значения напряжения питания "удлинителя". Микросхемы серии К561 структуры КМОП работоспособны при напряжении питания в пределах 3...15 В. Номинальное напряжение питания основной массы интегральных фотоприемников — 5 В. Однако конкретные экземпляры могут работать и при пониженном напряжении питания, в частности фотоприемник RPM675CBRX10, установленный в макете "удлинителя", работал при напряжении 4,3 В (при более низких напряжениях работоспособность нарушалась). При напряжении 6 В (четыре элемента по 1,5 В) фотоприемники потребляют, конечно, больший ток, но в таком случае это имеет положительное значение — увеличивается мощность излучения в импульсе и соответственно дальность действия "удлинителя". ИК излучающие диоды допускают значительный импульсный ток, например, диоды серии АЛ156 при импульсном токе 1,5 А обеспечивают мощность излучения 100 мВт, при токе 2,5 А — 180 мВт.

В результате для питания "удлинителя" можно использовать как три элемента, если примененный фотоприемник при таком напряжении работоспособен (нет сбоев и искажений кода), так и четыре, если не обеспечивается уверенное декодирование принимаемых сигналов. Потребляемый ток макета "удлинителя" в дежурном режиме при напряжении питания 6 В равен 4 мА, в режиме излучения при удержании какой-нибудь кнопки на пульте ДУ средний потребляемый ток возрастает до 80 мА. С целью продления срока службы батареи в устройстве можно установить выключатель питания.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Ламповые УМЗЧ с трансформаторами ТАН

С. КОМАРОВ, г. Москва

Использование стандартных сетевых трансформаторов серий ТАН и ТН на частоту 50 Гц в качестве выходных для двухтактных ламповых усилителей вполне допустимо, поскольку сетевая и другие обмотки выполнены двойными. Набор симметричных анодных и накальных обмоток трансформатора на магнитопроводе ПЛ позволяет расширить возможности оптимального согласования нагрузки с выходным сопротивлением ламп оконечного каскада для ультралинейной схемы включения тетродов. Автор предлагает ряд полезных расчетов и рекомендаций, а также несколько усилителей на разную выходную мощность. В конструкциях этих усилителей применимы наиболее распространенные усилительные лампы — 6Н8С, 6Н23П, 6П3С, EL84.

Самая сложная деталь в ламповом усилителе — выходной трансформатор; изготовить его самому под силу немногим. Да и технологических тонкостей там столько, что частенько это занятие либо растягивают на долгие месяцы, либо забрасывают в дальний угол вместе с мечтами о "ламповом звуке". Можно, конечно, такой трансформатор купить или заказать, чтобы его намотали индивидуально под ваш усилитель, но, во-первых, это не всем по карману, а во-вторых, пропадает сама романтика творчества. Свой усилитель должен быть собран собственными руками и именно для себя найден тот самый оптимум во всех возможных схемных вариациях, который обеспечит автору конструкции максимальное наслаждение не только от звучания, но и от удовлетворения своим творчеством!

Предлагаемые в статье схемные решения открывают радиолюбителям огромное поле для вариаций в обретении богатого букета оттенков "лампового" звучания без претензий на достижение какого-то исключительного качества. Это просто добротные, легко повторяемые ламповые усилители для экспериментирования с различными лампами и режимами.

Сетевые трансформаторы серий ТАН и ТН на частоту 50 Гц с симметричной разделенной сетевой обмоткой вполне пригодны в качестве выходных трансформаторов в двухтактных ламповых усилителях. К тому же они имеют еще и двойной симметричный набор анодных и накальных обмоток, позволяющих использовать часть из них для обеспечения ультралинейного режима усиления в выходном каскаде.

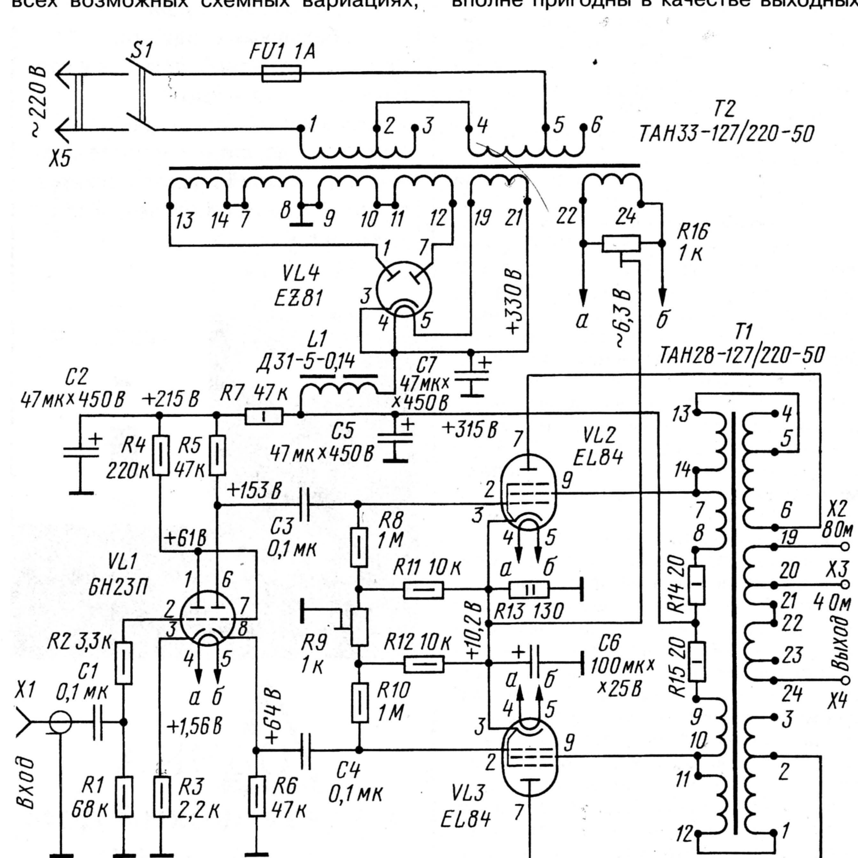


Рис. 1

Вначале следует обратить внимание, что при использовании в качестве вторичной обмотки последовательно включенных двух накальных с суммарным напряжением 12,6 В максимальная мощность, которую можно получить от трансформатора ТАН как выходного, достигает следующих значений:

- при нагрузке 4 Ом — 39,7 Вт;
- при нагрузке 8 Ом — 19,8 Вт;
- при нагрузке 12 Ом — 13,2 Вт;
- при нагрузке 16 Ом — 9,9 Вт.

Эти соотношения следует учитывать при подборе номинального сопротивления нагрузки усилителя.

Мощность трансформатора желательно выбирать в три-четыре раза больше выходной мощности усилителя. Чем большей мощности выбран трансформатор, тем больше индуктивность первичной обмотки (необходимая для воспроизведения нижних частот), больше диаметр провода и, как следствие, меньше межслойная емкость обмотки (это важно для воспроизведения высших частот) и сопротивление обмоток, что увеличивает КПД трансформатора.

На **рис. 1** изображена схема двухтактного ультралинейного УМЗЧ с лампами EL84 (ее отечественный аналог — 6П14П).

Типовой режим ламп выходного каскада для усиления в классе АВ (из справочника): напряжения на аноде и экранной сетке соответственно U_a = 300 В, U_{g2} = 300 В, сопротивление резистора в катодной цепи $R_к$ = 130 Ом, эквивалентное сопротивление нагрузки R_{aa} = 8 кОм, ток по цепям анодного и экранирующей сетки питания I_a = 2×36 мА, I_{g2} = 2×4 мА (в режиме покоя — $U_{вх}$ = 0). При мощности в нагрузке $P_н$ = 17 Вт и коэффициенте гармонических искажений $K_г$ = 4 % входное напряжение $U_{вх}$ = 10 В (эфф.), амплитуды тока по цепям питания, указанным выше, — I_{am} = 2×46 мА, I_{g2m} = 2×11 мА.

Отвод на экранную сетку для ультралинейного включения ламп EL84 должен быть сделан от четвертой части витков анодной обмотки трансформатора.

Чтобы подобрать нужный трансформатор ТАН из стандартного ряда типономиналов, произведем некоторые расчеты.

Амплитуда напряжения на анодной обмотке

$U_{aam} = \sqrt{2PR} = \sqrt{2 \cdot 17 \cdot 8000} = 522$ В.

Соответственно на половине обмотки амплитуда напряжения равна 261 В, что при напряжении питания 300 В оставляет на лампе в открытом состоянии 39 В; можно проверить по характеристикам — так оно и есть.

Эффективное напряжение на анодной обмотке в 1,41 раза меньше и равно 185 В, т. е. в трансформаторе должна быть пара обмоток с таким или немного большим рабочим напряжением.

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-83-05

Теперь определимся с коэффициентом трансформации. Для достижения оптимального эквивалентного сопротивления R_{aa} (8 кОм) нагрузку сопротивлением 8 Ом необходимо преобразовать трансформатором с коэффициентом трансформации $n_{тр} = \sqrt{8/8000} = 1/31{,}6$. В этом случае выходное напряжение на нагрузке 8 Ом достигает (185+185)/31,6 = 11,7 В. Для этой цели удобно использовать две накальные обмотки по 6,3 В, включенные последовательно, с общим напряжением 12,6 В.

С учетом выбора стандартных выходных накальных обмоток и коэффициента трансформации 1/31,6 напряжение анодных обмоток должно составлять 12,6·31,6 = 398 В (его половина — 199 В). Это больше, чем нужные 185 В, поэтому трансформатор окажется в облегченном режиме.

Итак, нужно подобрать трансформатор с минимальным числом обмоток, чтобы вместе с двумя половинами сетевых обмоток на 110/127 В получить 199 В. Это возможно в следующих двух комбинациях: 110+89 В и 127+72 В.

На основании приведенных выше рекомендаций для максимальной выходной мощности 17 Вт нужно выбрать трансформатор мощностью 51...68 Вт. Идеально для нашего усилителя подходит ряд трансформаторов от ТАН27 до ТАН40 с габаритной мощностью 60 Вт.

Внимательно изучив таблицу напряжений обмоток типовых трансформаторов, выбираем трансформатор ТАН28-127/220-50, имеющий следующую сумму напряжений: 110+40+56 В. Стало быть, отвод на экранные сетки мощных ламп можно сделать с обмотки на 56 В, затем расположить секцию на 40 В и, наконец, непосредственно к анодам ламп подключить секции сетевой обмотки на 110 В. И, соответственно, получается приведенное сопротивление нагрузки R_{aa} = 8553 Ом при коэффициенте трансформации 1/32,7.

Помимо ТАН28, хорошие результаты достижимы с трансформаторами соседних типономиналов:

— ТАН27-127/220-50, в нем достигается комбинация обмоток по напряжению 127+28+28+6 = 189 В и приведенное сопротивление нагрузки R_{aa} = 7200 Ом;

— ТАН29-127/220-50, в нем пригодна такая комбинация обмоток: 110+56+56 = 222 В, при этом приведенное сопротивление R_{aa} = 9933 Ом.

К двум накальным обмоткам, включенным последовательно, подключена нагрузка сопротивлением 8 Ом. Однако обе выходные "накальные" обмотки имеют отводы, соответствующие сумме напряжения 5+1,3 В. Поэтому при вдвое меньшем сопротивлении нагрузки (4 Ом) следует набрать нужное значение с двух обмоток как сумму 5+1,3+1,3 = 7,6 В; оно почти точно соответствует расчетному 8,2 В для нагрузки сопротивлением 4 Ом. И в этом случае выходная мощность усилителя достигает 14 Вт.

Напряжение анодного питания должно быть больше типового значения 300 В на величину падения напряжения на общем катодном резисторе сопротивлением 130 Ом при токе в 114 мА (2·46 + 2·11), т. е. на 15 В. Стало быть, напряжение питания после фильтра выпрямителя должно быть 315 В. На пиках громкости усилитель будет потреблять ток 114 + 2 = 116 мА (лампа входного каскада потребляет ток 2 мА), средний же ток его потребления будет немногим больше тока покоя, составляющего 2·36 + 2·4 + 2 = 82 мА.

Эти режимы соответствуют схеме обычного (пентодного, тетродного) включения экранированных ламп. В ультралинейном режиме включения максимальная мощность в нагрузке и, соответственно, напряжения на обмотках трансформатора несколько ниже.

С таким выбранным трансформатором усилитель при выходной мощности 8,5 Вт обеспечивает полосу усиливаемых частот 34...21000 Гц по уровню −3 дБ. Чувствительность усилителя на частоте 1 кГц при максимальной выходной мощности равна 0,28 В. Звучание с этим усилителем очень четкое и прозрачное.

Рекомендую отказаться от применения печатных плат, популярных в настоящее время, — только навесной монтаж с минимумом проводов. Монтаж надо вести выводами самих радиоэлементов, используя монтажные лепестки ламповых панелей, жесткие выводы переменных резисторов; возможно также использование отдельных монтажных точек или лепестковых текстолитовых планок. Оксидные конденсаторы следует установить на плате из нефольгированного гетинакса, пропустив их выводы в отверстия и смонтировать медным голым, луженым проводом диаметром 0,8...1 мм. Таким же проводом, изолированным кембриковой трубкой, надо выполнить монтаж трансформаторов и другие "длинные" соединения в усилителе.

Печатный монтаж не стоит применять в конструкциях ламповых усилителей по следующим причинам.

1. Повышенная емкость монтажа плоских проводников. При высоких значениях импеданса и напряжения в цепях каскадов с относительно малыми токами эта емкость с диэлектриком относительно невысокого качества вносит существенный вклад в тонкие нюансы звучания.

2. Поверхностные утечки по изоляционному материалу печатной платы также вносят свою долю в искажения и ухудшение прозрачности звучания.

3. Наличие в ламповых конструкциях крупногабаритных элементов при установке их на печатной плате предъявляет повышенные требования к жесткости конструкции и снижает надежность электрических соединений.

4. В ламповом усилителе, выполненном на печатной плате, тоже необходимо шасси для размещения выходного и сетевого трансформаторов, дросселя фильтра и дополнительного навесного монтажа.

5. При внесении изменений или дополнений в готовую конструкцию усилителя, что часто бывает в радиолюбительской практике, печатный монтаж и вовсе теряет свою привлекательность.

6. Наконец, наличие большой поверхности проводников с высоким напряжением, опасным для жизни, не удовлетворяет нормам безопасности при эксплуатации таких конструкций в любительских условиях.

Печатный монтаж выгоден для транзисторных устройств и весьма неудобен для ламповых.

Для придания более мягкого и прозрачного звучания можно рекомендовать зашунтировать оксидные конденсаторы (лучше фирмы JAMICON) старыми бумажными конденсаторами КБГ-И емкостью 0,015 мкФ на 400 В. Впрочем, пойдут и современные пленочные серии К78-2 того же или большего номинала на номинальное напряжение не менее 400 В.

Звучание, получаемое с таким усилителем, зависит и от типа используемой в предварительном каскаде лампы. Наиболее приятный звук получается с лампой 6Н23П. Однако вполне возможна установка и других двойных триодов с аналогичной цоколевкой. При смене типа лампы нужно изменить сопротивление резистора R3 так, чтобы на катоде второго триода сохранялись бы расчетные 64 В. Можно рекомендовать в каскад предварительного усиления двойные триоды 6Н2П (R3 = 1,3 кОм), 6Н1П, ЕСС85 (R3 = 1,6 кОм), 6Н6П (R3 = 2,7 кОм). Чувствительность усилителя — около 0,25 В, и для разных типов ламп входного каскада она может несколько изменяться.

Резисторы в усилителе можно устанавливать металлодиэлектрические (МЛТ и их аналоги) или углеродистые ВС (более предпочтительные) на соответствующую мощность рассеяния.

Блок питания построен с трансформатором ТАН33-127/220-50 или ТАН33-220-50. Кенотронный выпрямитель с П-образным LC-фильтром выполнен по классической схеме и в пояснениях не нуждается. Вместо кенотрона EZ81 можно применить EZ80, а при их отсутствии — отечественный 6Ц4П (он "потянет", но с небольшой перегрузкой). Впрочем, можно поставить их два, соединив парами аноды в каждом плече выпрямителя. Регулировкой подстроечным резистором R16 в цепи накала добиваются нейтрализации фона переменного тока.

Перед первым включением усилителя проверьте правильность монтажа. Установите в средние положения движки обоих подстроечных резисторов. Включите усилитель и проверьте напряжения в блоке питания и усилителе на соответствие значениям, указанным на схеме. Отличие режимов не должно быть более ±5 %, разумеется, если в розетке в это время напряжение около 220 В.

Регулировка усилителя заключается в установке с помощью подстроечного резистора R9 равенства напряжения 0,8 В на резисторах R14, R15, включенных между выводами 8 и 9 выходного трансформатора. Желательно, чтобы эти резисторы были подобраны по разбросу сопротивления не более ±1 %; это очень легко сделать,

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-83-05

Рис. 2

если купить их десяток, а потом просто выбрать пару омметром.

Если выходные лампы вашего усилителя не подобраны в пару, то в этой конструкции их можно отобрать из нескольких. Установите подстроечный резистор R9 в среднее положение и убедитесь в равенстве напряжения смещения на его крайних выводах. Для этого можно подключить к крайним выводам резистора цифровой вольтметр с пределом до 2 В и установить баланс каскада по нулевому показанию прибора. Затем, перебирая все имеющиеся у вас лампы одного типа, найдите те, у которых будут одинаковые падения напряжения на резисторах контроля анодного тока. При смене ламп надо обязательно прогревать лампы не менее двух минут до момента измерения.

Заключительный этап регулировки проводят, когда в усилитель установлены подобранные лампы и достигнут баланс тока ламп выходного каскада. Минимизации фона на его выходе добиваются, изменяя положение движка подстроечного резистора R16, при замкнутом входе усилителя, контролируя его уровень на выходе милливольтметром переменного тока либо осциллографом при максимальной чувствительности его входа. На этом регулировка усилителя закончена.

На **рис. 2** показана схема более мощного двухтактного ультралинейного УМЗЧ, для которого в выходном каскаде можно рекомендовать лампы 6П3С, 6П3С-Е, 6L6G, 5881.

Типовой режим ламп выходного каскада в классе АВ (из справочника) по ранее названным параметрам:

U_a= 360 В; U_{g2}= 270 В; U_{g1}= –22,5 В; R_{aa}= 6,6 кОм; I_a= 2×44 мА; I_{g2}= 2×2,5 мА при $U_{вх}$= 0. При входном напряжении $U_{вх}$ = 45 В (ампл.) мощность $P_н$= 26,5 Вт; $K_г$= 2 %; I_{am}= 2×66 мА; I_{g2m}= 2×7,5 мА.

В справочниках не было найдено рекомендаций по выбору для этой лампы доли переменного анодного напряжения на экранной сетке (в схеме ультралинейного включения). Поэтому на основании собственного опыта разработчика было принято значение 33 %.

В этом варианте усилителя ультралинейное включение ламп также снижает выходную мощность усилителя относительно приведенных справочных данных для "чистого" двухтактного усиления в режиме класса АВ. Это происходит за счет того, что уменьшена амплитуда анодного тока относительно его значения при постоянном напряжении экранной сетки. Характеристики лампы выходного каскада за счет введения ультралинейной обратной связи приближаются к триодным.

Проведя аналогичные расчеты, как и для предыдущей схемы, находим U_{aam} = 592 В; U_{am} = 296 В; $U_{a\ эфф}$ = 210 В.

По приведенным выше расчетам также замечаем, что выходную мощность 26,5 Вт можно получить с трансформатора ТАН лишь на нагрузке сопротивлением 4 Ом; на нее и рассчитаем наш усилитель. Нужный коэффициент трансформации для соотношения сопротивлений 4/6600 оказывается равным 1/40,6.

Поскольку напряжение на сопротивлении нагрузки 4 Ом при выходной мощности 26,5 Вт должно быть 10,3 В, можно использовать при подборе нужного соотношения витков отводы накальных обмоток. Пригодны такие варианты включения: 5+5 = 10 В (с небольшой перегрузкой на 0,3 В), 5+5+1,3 = 11,3 В и полное включение: 5+5+1,3+1,3 = 12,6 В.

Итак, нужно подобрать трансформатор, имеющий двойной набор обмоток с напряжениями в двух комбинациях: 110+100 и 127+83, в реальном подобранном трансформаторе эти напряжения могут быть немного больше, но ни в коем случае не меньше! При этом важно, чтобы нашлась еще обмотка (парная, разумеется) для управления экранной сеткой напряжением 210/3 = 70 В.

Как уже говорилось ранее, мощность выбираемого трансформатора должна быть около 100 Вт, однако представляет интерес использовать для этого усилителя чуть более мощные трансформаторы со стержневым магнитопроводом и расположением обмоток на двух симметричных катушках. Это ряд трансформаторов ТАН69—ТАН82 мощностью 122 Вт.

По рассчитанным исходным данным наиболее пригодны два трансформатора:

— ТАН72-127/220-50 с комбинацией обмоток 127+80+24 В (для анода) и 56 В — для экранной сетки;

— ТАН73-127/220-50 с комбинацией обмоток 127+80+20 В (для анода) и 80 В — для экранной сетки.

При этом напряжение на "ультралинейной" обмотке для экранной сетки у ТАН72 составит 24 % от анодного, а у ТАН73 — 35 %. Схемы включения обмоток обоих трансформаторов одинаковы (рис. 2).

Чтобы максимально точно выдержать нужный коэффициент трансформации, нагрузку надо подключать к выходным накальным обмоткам, соединенным на напряжение 11,3 В (5+1,3+5). В этом случае для ТАН72 коэффициент трансформации определяется соотношением 11,3/[2×(127+80+24)] = 1/40,9, при этом R_{aa} = 6686 Ом; для ТАН73 коэффициент трансформации — 11,3/[2×(127+80+20)] = 1/40,2, а приведенное сопротивление R_{aa} = 6457 Ом.

Наличие обоих трансформаторов (а они стоят отнюдь не дорого) открывает возможность для эксперимента с выбором переменного напряжения на экранной сетке.

В анодную цепь лампы следует включать начало первичной (сетевой) обмотки; у этого вывода минимальная емкость на остальные обмотки. Затем последовательно соединяют секции анодных обмоток в порядке увеличения их нумерации выводов. Такое включение обмоток позволяет получить максимальную полосу пропускания трансформатора, в общем-то не предназначенного для использования в качестве выходного. Из этих же соображений выбрано соединение обмоток выходного трансформатора в схеме на рис. 1 с учетом их размещения на броневом магнитопроводе.

В усилителе по схеме на рис. 2 использовано комбинированное смещение на управляющие сетки ламп вы-

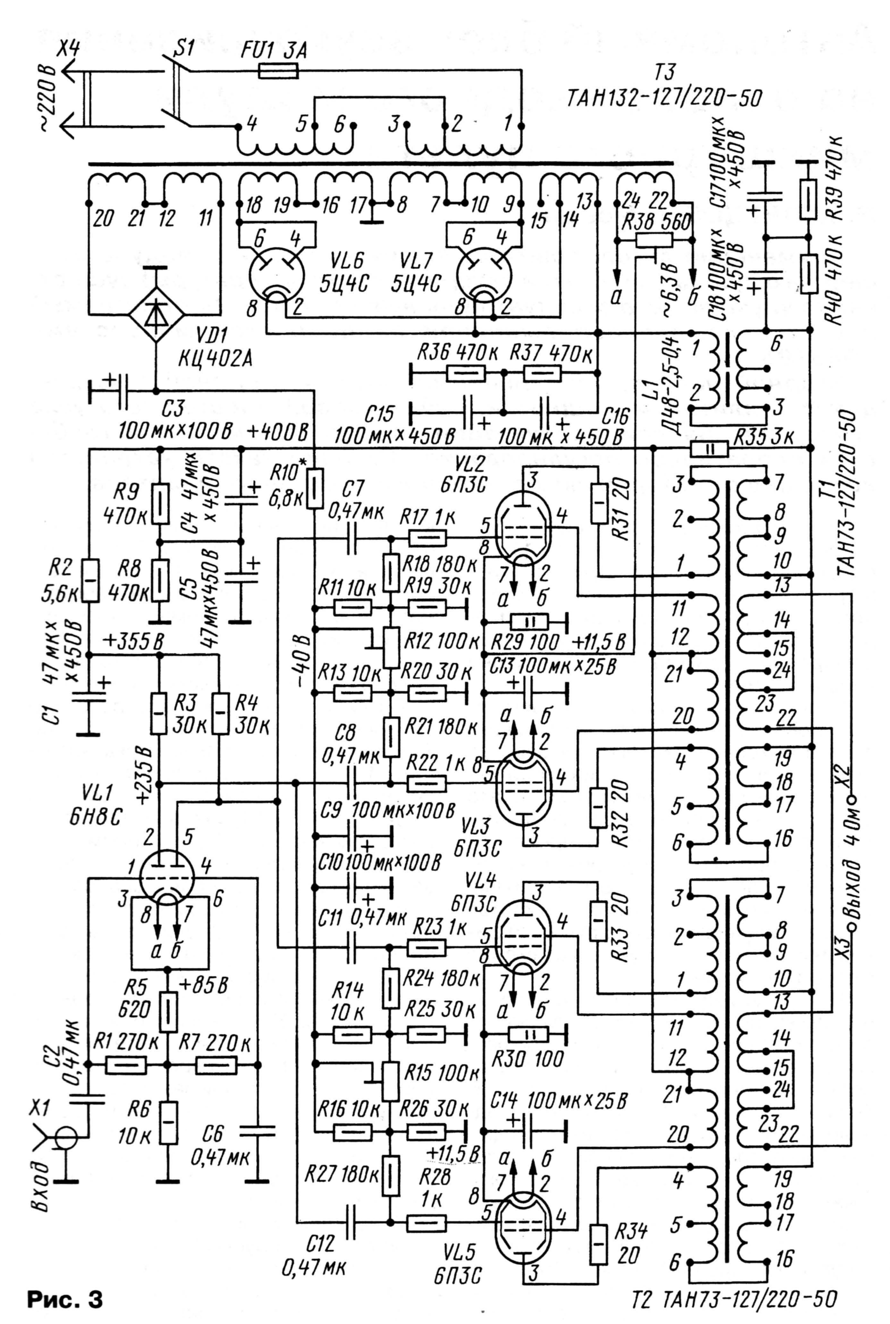


Рис. 3

ходного каскада. Автоматическое смещение за счет общего тока обеих ламп обеспечивает 40 % напряжения смещения, а остальные 60 % заданы от отдельного выпрямителя и цепи балансировки.

Единственное отличие предварительного каскада от предыдущего варианта схемы усилителя в том, что фазоинвертор с расщепленной нагрузкой питается более высоким анодным напряжением, чтобы обеспечить хорошую линейность усиления при значительной амплитуде парафазных напряжений (два по 45 В).

Первое включение и регулировка усилителя полностью идентичны по методике для предыдущей конструкции. Выпрямители собраны по классическим двухполупериодным схемам и в пояснениях не нуждаются.

Чувствительность усилителя на частоте 1 кГц при максимальной выходной мощности равна 0,775 В. При средней выходной мощности 8,5 Вт полоса пропускания не менее 24 Гц... 24 кГц (со спадом на 3 дБ).

Усилитель с трансформатором ТАН73, собранный автором, показал великолепное звучание музыки с очень сочными низкочастотными компонентами, жесткой "серединой" и очень прозрачными верхами. В этом усилителе были опробованы не только лампы 6П3С и 6П3С-Е, но и 6Ф6С, EL34 и 6550. Самое приятное звучание обеспечили выходные лампы 6Ф6С.

Кроме того, заметна разница в звучании, определяемая лампой предварительного каскада, где были проверены 6Н8С, 6Н8С-6SN7 фирмы RFT 1954 года (были такие с двойным названием), а также 6Н9С.

Лампы 6550 и EL34 излишне мощны для этого усилителя. Поставить их можно, и они "нормально" работают, но для них надо более высокие напряжения и более мощные трансформаторы — раза в два-три! И питание требуется разное. Для лампы 6550 нужно подавать на аноды напряжение 600 В, а на экранные сетки — 300 В, для EL34 — соответственно 800 и 400 В. Под них нужно трансформаторы заказывать или покупать у компаний, изготавливающих высококачественные компоненты и узлы для аудиофилов. Это уже очень "серьезные" лампы.

На **рис. 3** приведена схема двухтактного ультралинейного УМЗЧ на четырех лампах 6П3С (6L6GC) с суммированием мощности в нагрузке.

Типовой режим ламп половины выходного каскада (из справочника для 6L6GC в режиме класса АВ):

$U_a = 450$ В, $U_{g2} = 400$ В, $U_{g1} = -37$ В, $R_{aa} = 5{,}6$ кОм, $I_a = 2\times56$ мА, $I_{g2} = 2\times2{,}8$ мА при $U_{вх} = 0$. При $U_{вх} = 37$ В (ампл.) $P_н = 55$ Вт, $K_г = 1{,}8$ %, $I_{am} = 2\times105$ мА, $I_{g2m} = 2\times11$ мА. Амплитуда напряжения между анодами составит $U_{aam} = 784$ В, $U_{am} = 392$ В, $U_{a\,эфф} = 277$ В.

И таких выходных каскадов в усилителе два, работающих в несколько облегченном режиме с суммированием мощности.

Если все четыре накальные обмотки выходных трансформаторов соединить последовательно, то при выходном напряжении 25,2 В (6,3×4 = 25,2) на нагрузке 8 Ом можно получить мощность 80 Вт. Если же последовательно соединить лишь части обмоток на напряжения 5 В, то при выходном напряжении 20 В на нагрузке 4 Ом получим 100 Вт. Так что с учетом потерь в трансформаторе можно строить мощный каскад с приведенным выше типовым режимом ламп!

Для приведенной нагрузки $R_{aa} = 5600$ Ом и фактического сопротивления нагрузки 4 Ом коэффициент трансформации 1/37,4, а для нагрузки 8 Ом — 1/26,5.

Для этого усилителя в качестве выходного трансформатора подходит только ТАН73-127/220-50. Оптимальное включение его обмоток в анодную цепь соответствует сумме напряжений: 127+80+80 = 287 В. А оставшуюся обмотку на 20 В используем для подачи части выходного напряжения (около 7 %) на экранную сетку. Конечно, такое включение уже сложно назвать ультралинейным, но все-таки это лучше, чем питание экранной сетки лампы вообще без обратной связи. Безусловно, есть некоторые издержки при использовании стандартных трансформаторов, но возможность быстро и дешево изготовить легко повторяемый ламповый усилитель с вполне достойным звучанием, думаю, перебивает эти недостатки!

В выпрямителе использованы два кенотрона 5Ц4С с параллельно соединенными анодами. Это лучше, чем использование одного 5Ц3С. И падение

напряжения на них меньше, да и пиковая перегрузочная способность выше. Последовательное соединение оксидных конденсаторов с выравнивающими резисторами использовано потому, что во время разогрева ламп после включения усилителя возможно превышение номинального напряжения конденсаторов — 450 В. В случае же включения выпрямителя без нагрузки на его выходе окажется 620 В, что уж никак не приемлемо для этих конденсаторов.

Оба двухтактных выходных каскада по схеме аналогичны предыдущему (с точностью до номиналов элементов на рис. 2), но обеспечивают другой режим работы ламп. Предварительный же каскад усиления, выполняющий функции фазоинвертора, выполнен дифференциальным и имеет коэффициент усиления около 15. Использование такой схемы обусловлено необходимостью получения большой амплитуды напряжения для раскачки выходного каскада — 37 В. При этом размах напряжения на каждом аноде лампы 6Н8С равен 74 В. Получение неискаженного усиления такой амплитуды в каскадах с расщепленной нагрузкой, используемых в предыдущих схемах усилителей, весьма проблематично.

При желании иметь дифференциальный (симметричный) вход конденсатор, заземляющий сетку второго триода лампы VL1, надо отсоединить от общего провода и в эту точку подать входной противофазный сигнал. Входной сигнал, при котором усилитель отдает максимальную выходную мощность на частоте 1 кГц, равен 1,55 В эфф.

Для получения "теплых" оттенков звучания и увеличения прозрачности желательно оксидные конденсаторы (кроме тех, что стоят непосредственно на выходе выпрямителей) шунтировать конденсаторами КБГ-И емкостью 0,03 мкФ на 600 В или К78-2 близкого номинала на напряжение 1000 В.

Правильно собранный усилитель начинает работать сразу. Методика его настройки полностью аналогична ранее описанной.

Звучание с этим усилителем более "правильное", чем с предыдущими, как за счет симметрии тракта усиления, так и за счет усреднения и компенсации искажений на четырех выходных лампах и двух выходных трансформаторах. Надежные 100 Вт неискаженного "лампового" звука, широкая полоса усиления и никаких самодельных трансформаторов!

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Автономный блок звукоусиления на основе входного модуля микшерного пульта

Э. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

Применение авторегулятора уровня во входном модуле микшерного пульта (см. статьи автора в списке литературы) существенно улучшает его эксплуатационные свойства. Предлагаемый в статье компрессор выполнен на недорогой микросхеме TDA8196.

Входной модуль, объединенный автором в единой конструкции с усилителем мощности, стал основой простейшего узла звукоусиления, при эксплуатации которого фактически не требуется оперативное регулирование. Питание такого устройства возможно от батареи аккумуляторов или сетевого адаптера.

Ранее в журнале "Радио" было опубликовано несколько статей [1—4] с описанием простого модульного микшерного пульта и его блоков. Здесь предлагается еще один входной модуль, в состав которого входит речевой компрессор (сжиматель) диапазона уровней сигналов.

Чаще всего автоматический регулятор уровня сигналов (АРУР) устанавливают в выходной линейке микшерного пульта. Если пульт используют при записи музыкальных фонограмм, то это единственно правильное решение. Ведь сигналы уже прошли предварительную обработку звукорежиссером, и при срабатывании ограничителя уровня (лимитера) просто снижается общее усиление; кроме нарушений динамики сигналов, другие искажения в обработку не вносятся.

Но при звукоусилении речи условия несколько иные. Обычно выступающие перед микрофоном не являются профессиональными дикторами, и громкость голоса у них меняется непрерывно в очень больших пределах. Во-вторых, когда одновременно используются два микрофона и более, средние уровни сигналов, полученных с микрофонных линеек, могут также значительно отличаться. В таких обстоятельствах человек просто не в состоянии обеспечить требуемую точность регулировки уровней сигналов и с этой задачей могут справиться только авторегуляторы. Это вполне допустимо с учетом того, что речевые сообщения на собраниях, митингах и т. п. мероприятиях оказываются только информационного характера. Поэтому при звукоусилении речи полезно иметь входные линейки со встроенными АРУР. Но "автоматические" пульты (даже если у них только один ограничитель в выходной линейке) в несколько раз дороже простых микшерных пультов.

Проще всего изготовить авторегулятор самому, включив его после микрофонного усилителя. Его даже можно не отключать, так как если удается поддерживать с нужной точностью нормированное значение уровня входного сигнала, то АРУР не будет срабатывать, в иных случаях авторегулятор справится быстрее любого человека.

Некоторые рекомендации по применению и схемы АРУР были приведены в [5]; используя их, можно получить очень хорошие результаты. Более того, на базе входного модуля с компрессором оказалось возможным разработать малогабаритный автономный блок звукоусиления, в котором наиболее эффективно проявляются достоинства предложенных технических решений.

Во входном модуле сосредоточены все регулировки автономного блока. Его принципиальная схема показана на **рис. 1**. Построение и работа микрофонного усилителя с симметричным входом (на ОУ DA1) уже описаны ранее в [6]. В качестве DA1 здесь применена недорогая микросхема NE5532, хорошо зарекомендовавшая себя в аудиоаппаратуре как малошумящий (шумовое напряжение 5 нВ/√Гц) усилитель. Она значительно дешевле микросхемы SSM2135, но обеспечивает примерно такие же характеристики микрофонного усилителя. Напомним, что через резистор R9 подается фантомное питание на конденсаторный микрофон. Если известно, что будут применяться только динамические микрофоны, этот резистор не впаивают, а на плате устанавливают перемычку между точками а и с, соединяя входную цепь микрофона с общим проводом.

В авторегуляторе наиболее сложно выбрать регулируемый элемент. Ведь регуляторы с полевыми транзисторами требуют тщательной настройки и при недостаточном внимании работают очень плохо, а специализированные микросхемы дороги и не всегда доступны. Поэтому было решено использовать одну из широко распространенных микросхем, предназначенных для регулировки громкости звука, управление которыми производится напряжением. Микросхема TDA8196 представляет собой двухвходовый электронный регулятор громкости и предназначен для телевизоров и аудиоаппаратуры высокого класса. Напряжение питания — 3...16 В, потребляемый ток — 12 мА, входное сопротивление — 13 кОм, минимальное выходное сопротивление — 10 кОм, общие гармонические искажения — 0,05 %, максимальное входное напряжение — 2 В, максимальное выходное напряжение — 1,3 В [7].

Автором экспериментально снята зависимость изменения выходного уровня

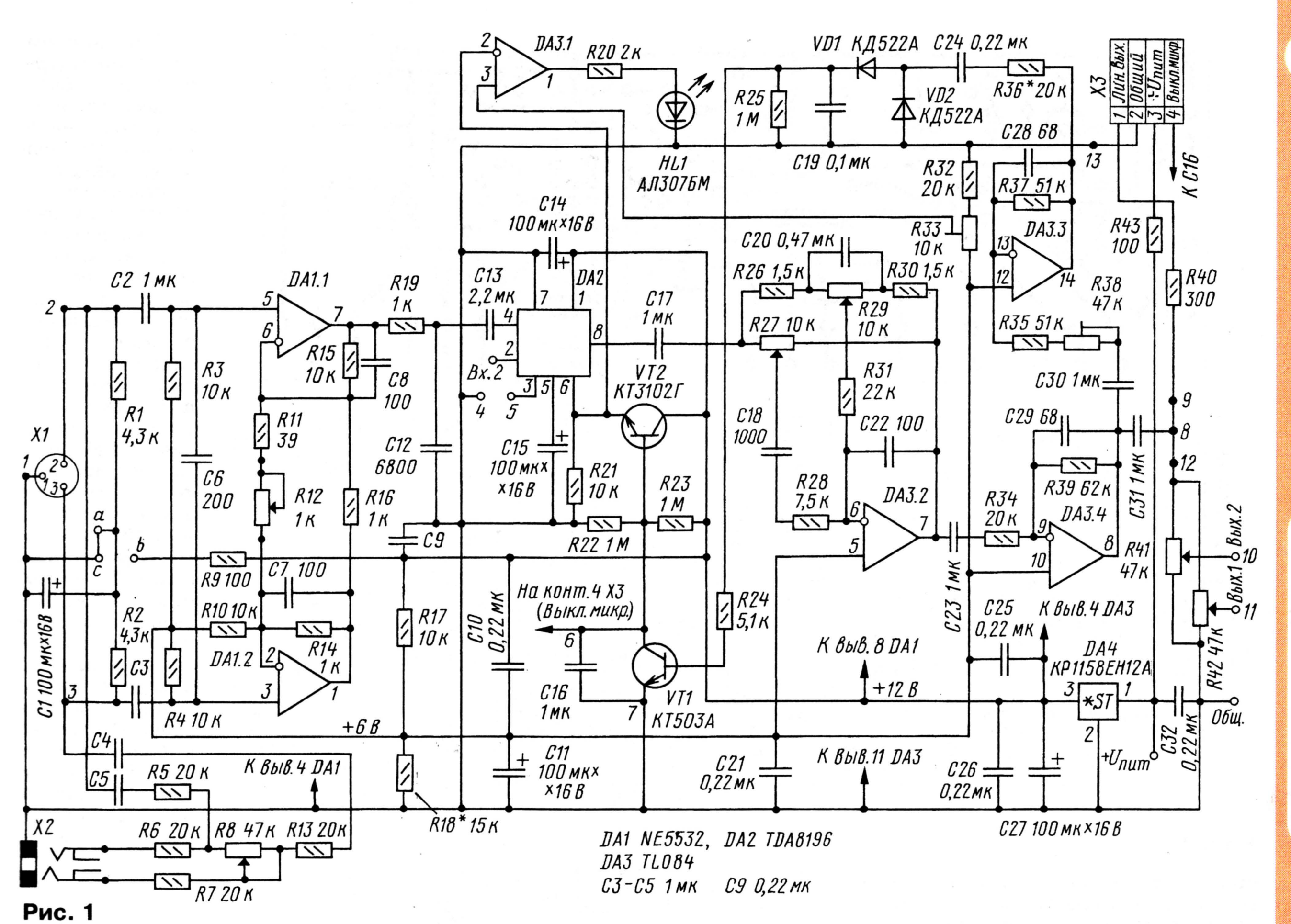


Рис. 1

сигнала от управляющего напряжения на выводе 6 микросхемы (см. **таблицу**).

Наибольшее затухание, вносимое микросхемой регулятора, достигает 80 дБ. При желании можно использовать второй вход регулятора (вывод 2), подключив к нему линейный вход. Переключение входов производится замыканием вывода 3 DA2 на общий провод.

Управляющее напряжение, $U_{упр}$, В	5	4,4	4,1	3,9	3,6	3,3	2,8	2,45	2,1
Уровень сигнала, $N_{вых}$, дБ	0,2	–1	–2	–3	–6	–10	–20	–30	–40

Недостатком микросхемы можно считать невысокое входное сопротивление канала управления, поэтому управляющее напряжение подается через эмиттерный повторитель. Открывающее управляющее напряжение, соответствующее минимальному ослаблению сигнала, поступает на базу транзистора с делителя R22R23. При напряжении питания +12 В и с учетом падения напряжения на транзисторе на выводе 6 микросхемы оказывается около +5 В.

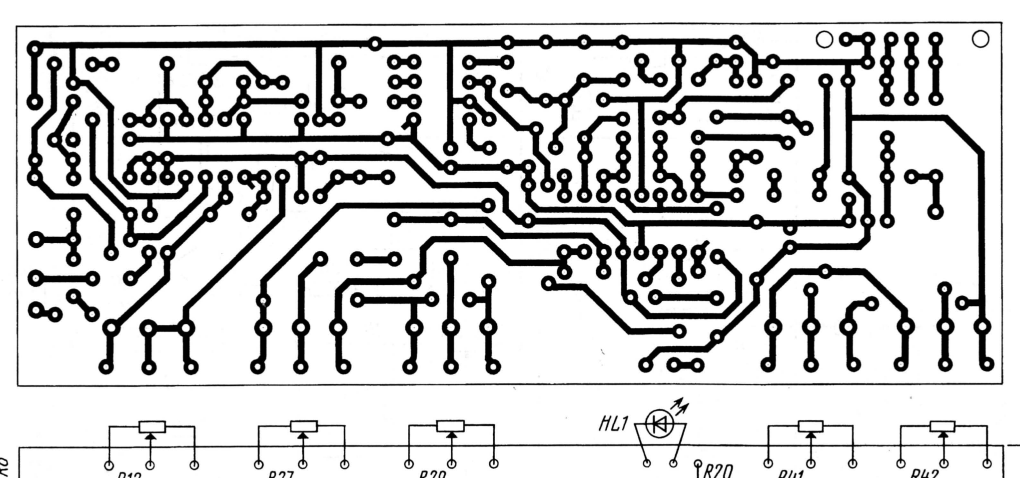
Конденсатор С16, задающий динамические характеристики авторегулятора, заряжается через резистор R23. Время восстановления коэффициента передачи регулятора определяется из выражения $t_в \approx 3\tau_з = 3R23C16$. Для ограничителя уровня оптимальным считается время восстановления в пределах 2...4 с, а для речевых компрессоров оно должно быть уменьшено до 0,3 с. Амплитудная характеристика у этих регулируемых звеньев одинаковая, поэтому достаточно только изменить емкость С16.

При срабатывании АРУР конденсатор С16 разряжается через электронный ключ VT1. В ограничителях обычно применяется обратная регулировка, т. е. сигнал в канал управления подается с выхода авторегулятора. В канале управления использованы ОУ DA3.3 и детектор (R36, C24, VD1, VD2, C19, R25), собранный по схеме удвоения напряжения. На базу транзистора VT1 управляющее напряжение подается через резистор R24.

Время срабатывания при обратной регулировке не удается рассчитать достаточно точно, поскольку сам управляющий сигнал уже подвергся действию регулировки. В первый момент, когда коэффициент передачи еще не успел уменьшиться, в цепь управления поступает сигнал значительно большей величины, чем в конце процесса установления. Это вызывает ускорение разрядки конденсатора в несколько раз в зависимости от величины превышения сигналом нормированного уровня. Проще всего при настройке АРУР подобрать резистор R36, наблюдая на экране осциллографа форму выходного сигнала (точнее — огибающей) при скачкообразном увеличении входного уровня на 10 дБ.

Время срабатывания компрессора, чтобы его действие на слух было малозаметным, должно быть 2...5 мс. Если же конденсатор разряжается слишком быстро, происходит "перерегулирование", т. е. после скачкообразного увеличения входного сигнала на выходе сначала сигнал падает ниже нормированного уровня, а затем восстанавливается. В этом случае нужно увеличить сопротивление резистора R36 до пропадания этого эффекта, влияющего на заметность работы авторегулятора и качество звучания. При увеличении входного сигнала на 10 дБ (D = 10 дБ) выходное должно увеличиваться примерно на 1 дБ (диапазон сжатия d = 1 дБ). Практически диапазон ограничения D достигает 20...26 дБ, и параметр d остается в пределах 1...1,5 дБ.

Порог срабатывания компрессора выбирают подстройкой резистора R38. Разрядка конденсатора С16 сопровождается уменьшением управляющего напряжения на выводе 6 DA2. Это уменьшение фиксируется компаратором, собранным на ОУ DA3.1. Подстроечным резистором R33 устанавливают порог срабатывания компаратора, чтобы он совпадал с порогом срабатывания самого компрессора. Если в дальнейшем придется изменять порог срабатывания АРУР, то компаратор не потребует подстройки. Обычно компрессор срабатывает



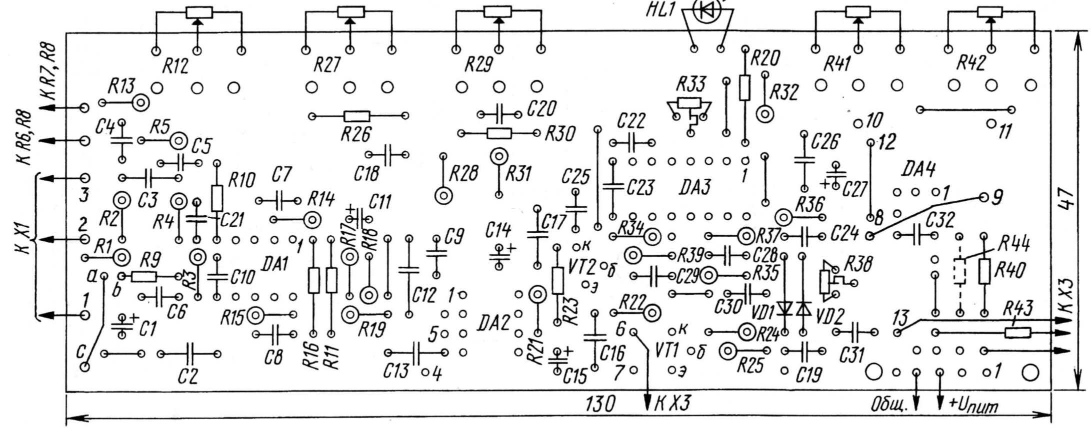


Рис. 2

при нормированном значении уровня сигнала, и свечение индикатора HL1 свидетельствует не только о работе АРУР, но и о том, что уровень входного сигнала достиг определенного значения.

Нужно отметить и еще одну возможность дополнительно использовать свойства микросхемы DA2. Если с контрольной точки 6 (с конденсатора C16) вывести провод через разъем наружу, то, замыкая его с общим проводом, можно дистанционно отключать микрофонный канал. Такую кнопку ("MUTE") можно установить рядом с микрофоном.

Измерения показали, что потребляемый ток этого модуля не превышает 40 мА (если светодиод не светится — 35 мА). Коэффициент нелинейных искажений на выходе — около 0,18 % при номинальном входном уровне сигнала и уменьшается до 0,11 % при компрессировании на 10 дБ. На слух работа АРУР оценивается вполне удовлетворительно.

Входной модуль в автономном блоке дополнен еще одним разъемом X2 для подачи сигналов линейного уровня. С этого разъема (JACK 6,3) сигнал через разделительные конденсаторы C4, C5 и резисторы R5, R6 поступает на микрофонный вход с соответствующим ослаблением регулятором чувствительности — переменным резистором R8. Можно одновременно использовать оба входа, но поскольку регулятор уровня (R12) у них общий, то предварительно нужно правильно выбрать соотношение уровней сигналов с микрофонного и линейного входов. Переменные резисторы R41, R42 предназначены для раздельной регулировки выходного напряжения по двум каналам последующего усиления мощности, а сигнал через резистор R40 подключен к дополнительному линейному выходу X3 (разъем ОНЦ-ВГ).

Чертеж печатной платы входного модуля и размещение деталей на ней показаны на **рис. 2**. Плату изготавливают из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Отверстия для выводов переменных резисторов дублированы, чтобы можно было устанавливать на плату как СП3-33-32, так и СП3-4БМ. При этом нет необходимости ставить еще какие-то уголки для крепления платы к лицевой панели, вполне достаточно корпусов самих резисторов.

Рис. 3

При автономной работе модуля от сетевого блока питания или от аккумулятора необходимы стабилизатор и защита от неправильной полярности включения напряжения. Если же входной модуль будет использован в составе модульного пульта [1], в приведенную на рис. 1 схему следует внести следующие изменения. Стабилизатор DA4 исключают (на плате его заменяют перемычкой, поскольку он уже есть на плате "Монитор" пульта). При стабилизированном напряжении питания номинальное выходное напряжение модуля в пульте следует выбрать равным 200...250 мВ, чтобы обеспечить диапазон ограничения не менее 20 дБ (до десятикратной перегрузки). Это достигается снижением сопротивления резистора R39 до 39 кОм. Дополнительный вход через разъем X2 с регулятором чувствительности R8 и выход через разъем X3 исключают, исключают также и переменные резисторы R41, R42. Сигнал с выхода нормирующего усилителя (с конденсатора C31) следует подать через тумблер включения канала S1 (с нормально разомкнутой парой контактов) и далее на контакты 1 и 2 разъема сопряжения с кросс-платой пульта (см. рис. 2, 4 и 7 в [1]) через резисторы сопротивлением 20 кОм. На печатной плате, где придется несколько изменить расположение пе-

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

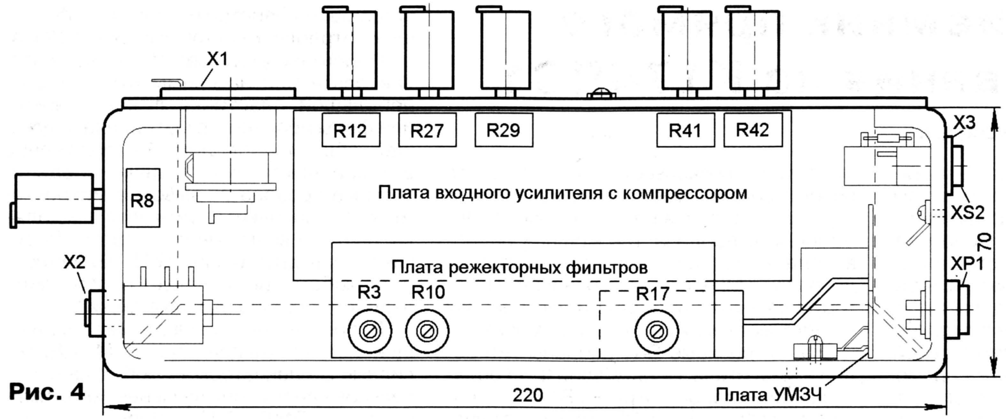


Рис. 4

ремычек, эти резисторы устанавливают на место R40 и показанного штриховкой резистора рядом (R44). На плате устанавливают соответствующий четырехконтактный разъем МРН4 (вилку), хотя далеко не всем требуется оперативная замена блоков и поэтому электрические соединения с кросс-платой можно сделать неразъемными, припаяв четыре провода непосредственно к плате.

Входной модуль, выполняемый в виде автономного блока, представляет собой простейший пульт со структурой "103" (т. е. один вход, групповых линеек нет, три выхода). Переменные резисторы R41, R42 — регуляторы входного уровня сигналов для внешних УМЗЧ. Однако с отдельным модулем звукоусиления удобно использовать не внешний усилитель, а встроенный (в микросхемном исполнении). Такой вариант уже был предложен в [8], но здесь все можно сделать проще.

Для питания автономного блока рекомендуется использовать сетевой адаптер, однако даже наиболее мощные из них рассчитаны на ток нагрузки не более 1 А. Значит, от такого блока питания можно получить кратковременную мощность не более 15...20 Вт. Поэтому устанавливать в блок УМЗЧ большой выходной мощности не стоит. При макетировании были использованы микросхемы TDA1555Q и TDA1516BQ, вторая из них дешевле и с меньшим током потребления.

На **рис. 3** показаны схемы дополнительных узлов блока и распайка разъемов для подключения кабелей к громкоговорителям. В микросхеме УМЗЧ (DA1) используются два усилителя (по 11 Вт) с инвертированием сигнала и без инвертирования. Пиковые значения тока для выходных каскадов двух усилителей окажутся противофазными, что позволит уменьшить искажения при максимальных уровнях сигнала. При необходимости изменения фазы в одном из громкоговорителей АС нужно поменять его провода на разъеме местами. К выходу X2 (разъем JACK 6,3) можно подключать громкоговорители (по одному к каждому выходу либо один на большую мощность — в мостовой схеме включения) или через переходник — головные телефоны. Один громкоговоритель можно подключать непосредственно к разъему XS2, а для включения двух громкоговорителей изготавливают переходник — разветвитель сигнала на два разъема, как показано на рисунке справа внизу.

Допустимое напряжение питания TDA1516BQ не должно превышать 18 В. В маломощных адаптерах при увеличении выходного тока напряжение обычно падает, иногда значительно. Поэтому напряжение холостого хода может достигать 20 В (чтобы обеспечить рабочее напряжение 12 В при полной нагрузке). Для защиты УМЗЧ рекомендуется в таком случае дополнить блок питания стабилизатором—ограничителем напряжения микросхеме μA7815.

Напряжение с адаптера подается через гнездо XP1 типа К375К. В адаптерах никаких предохранителей обычно нет, поэтому на плате стабилизатора установлен самовосстанавливающийся предохранитель F1 на предельный ток 1,1 А типа MF-R110 (можно MF-S120, MF-SM100, но у них неудобная конструкция). Без сигнала автономный блок потребляет ток около 90 мА. Наибольшее значение тока достигает 1,2 А, что позволяет питать его и от батареи аккумуляторов на 12 В.

Для работающего автономно блока длина корпуса модуля была увеличена на 40 мм по сравнению с линейками пульта, что позволило разместить внутри него еще стабилизатор и УМЗЧ. Выполнен он из П-образного алюминиевого профиля 40×20 мм толщиной 3 мм. Это позволило обойтись без всяких дополнительных теплоотводов. Представление о конструкции дает примерный эскиз блока, приведенный на **рис. 4**.

В блоке лицевая панель модуля становится верхней. На фото **рис. 5** представлены два варианта оформления подобного блока. На его переднюю панель (на фото — слева) выведены разъем дополнительного входа X2 и регулятор чувствительности (R8) по дополнительному входу, а на заднюю — разъемы выходов XS2 и X3, а также разъем XP1 и светодиод индикации питания HL1. Все переменные резисторы и светодиод, индицирующий включение АРУ, выведены на лицевую панель модуля (расположение отверстий у всех входных линеек пульта полностью совпадает — см. рис. 7 в [1]).

Конденсаторы C8, C9 на плате УМЗЧ — оксидные К50-35 емкостью 470—1000 мкФ на напряжение не менее 16 В. Рекомендации по выбору остальных компонентов и деталей блока практически не отличаются от ранее изложенных для модулей микшерного пульта [1—4].



Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузнецов Э.** Любительский модульный микшерный пульт. — Радио, 2003, № 2, с. 12—15; № 3, с. 10—12.
2. **Кузнецов Э.** Входной модуль микшерного пульта. — Радио, 2004, № 5, с. 18—20.
3. **Кузнецов Э.** Модуль фильтров для борьбы с акустической обратной связью. — Радио, 2004, № 6, с. 15, 16.
4. **Кузнецов Э.** Параметрический эквалайзер для модульного пульта. — Радио, 2004, № 7, с. 17—19.
5. **Кузнецов Э.** Автоматические регуляторы уровня звуковых сигналов. — Радио, 1998, № 9, с. 16—19.
6. **Кузнецов Э.** Входные усилители с симметричным входом. — Радио, 2002, № 12, с. 16, 17.
7. **Турута А.** Предварительные усилители низкой частоты, регуляторы громкости и тембра, усилители индикации. Справочник. — М.: Патриот, 1997.
8. **Кузнецов Э.** Портативная система звукоусиления с универсальным питанием. — Радио, 2003, № 7, с. 16—18.

(Окончание следует)

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, автор; фото — автора

E-mail: mail@radio.ru тел. 208-83-05

УКВ ЧМ приемник прямого преобразования на К174ПС1

Э. САКЕВИЧ, г. Красноярск

Достоинство приемника прямого преобразования (гетеродинного) в том, что спектр принимаемого радиосигнала переносят в нем с радиочастот непосредственно в область звуковых частот, на которых и осуществляют основную фильтрацию и усиление сигнала. Это делает приемник исключительно простым при сохранении высоких качественных показателей.

Структурная схема приемника прямого преобразования с фазовой автоподстройкой частоты (ФАПЧ) приведена на **рис. 1**. Приемник содержит смеситель (См.), фильтр нижних частот (ФНЧ), определяющий селективность всего приемника, перестраиваемый гетеродин (Гет.), варикап управления частотой (VD) и усилитель звуковой частоты (УЗЧ). Принципы работы и методика расчета приемников прямого преобразования с ФАПЧ хорошо описаны в [1].

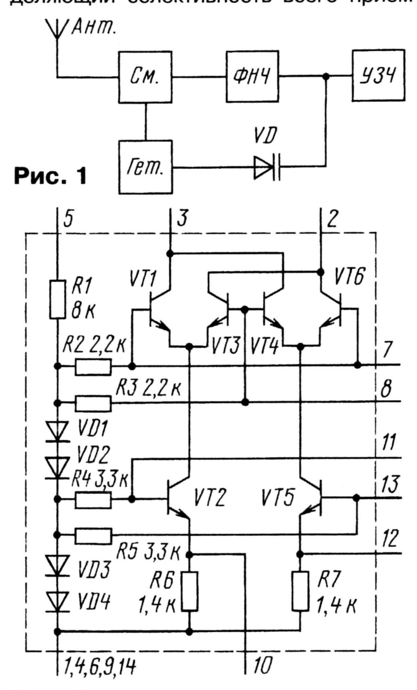


Рис. 1

Рис. 2

Используя микросхему двойного балансного смесителя К174ПС1 и построив гетеродин на нижних (токозадающих) транзисторах VT2 и VT5 (**рис. 2**) [2], получаем компактный и очень простой приемник ЧМ сигналов, работающий до частот около 200 МГц. Применив микросхему К174ПС4, удается построить аналогичный приемник с частотным диапазоном до 1000 МГц. Поскольку в этих микросхемах имеется активный двойной балансный смеситель, выполненный на биполярных транзисторах, они дают и значительное усиление сигнала, позволяя обойтись без дополнительных усилителей.

По описанным принципам и была разработана схема УКВ ЧМ приемника, работающего в диапазонах 65...75 МГц и 85...108 МГц (**рис. 3**). Входной контур отсутствует, поскольку приемник прямого преобразования имеет очень мало побочных каналов приема, в основном на гармониках гетеродина, где мощных радиовещательных станций нет, да и частотный диапазон микросхемы ограничен. Некоторую селективность дает и настроенная четвертьволновая антенна приемника.

На микросхеме DA1 собраны гетеродин и смеситель. Простейший ФНЧ образован резистором нагрузки R1 и конденсатором C9. Варикап VD1 управляет частотой гетеродина в соответствии с сигналом обратной связи ФАПЧ, отслеживая частотную модуляцию принимаемого сигнала. Варикап VD2 служит для настройки приемника; напряжение на нем изменяют переменным резистором R6. Переключателем SB1 выбирают диапазон приема: когда контакты разомкнуты, приемник работает в диапазоне 64...75 МГц, когда замкнуты — 85...108 МГц.

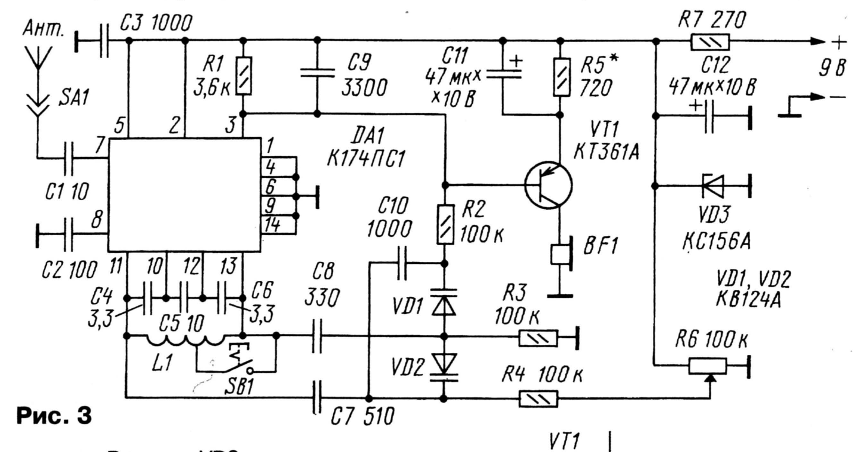


Рис. 3

Демодулированный сигнал звуковой частоты поступает на однокаскадный УЗЧ, собранный на транзисторе VT1. В его коллекторную цепь включен высокоомный головной телефон BF1 типа "Тон" или аналогичный. Транзистор УЗЧ непосредственно связан с нагрузкой микросхемы DA1, поэтому его режим стабилизирован внутренними цепями стабилизации микросхемы.

При необходимости громкоговорящего приема усилитель на транзисторе VT1 собирают по схеме **рис. 4**, заменив высокоомный головной телефон резистором R8 (нумерация элементов продолжает начатую на рис. 3). С этого резистора нагрузки через разделительный конденсатор C13 звуковой сигнал подают на любой УЗЧ необходимой мощности. Таким образом, приемник можно использовать как приставку к радиоприемнику ДВ и СВ диапазонов или к магнитофону, в которых уже есть УМЗЧ и громкоговорители.

Напряжение питания приемника 5,6 В стабилизировано элементами R7 и VD3 — это необходимо для исключения "ухода" частоты настройки приемника при колебаниях напряжения питания. Исходное напряжение не обязательно должно быть 9 В, при ином напряжении подбирают резистор R7 таким, чтобы общий потребляемый ток был около 12 мА.

Приемник допускает сборку на печатной плате или навесным монтажом на небольшой пластинке луженой жести или фольгированного материала, служащей общим проводом. Расположение деталей некритично, однако соединительные провода от выводов микросхемы к соединенным с ними деталям должны быть по возможности короче. Переключатель диапазонов SB1 (миниатюрный, любого типа) следует расположить непосредственно около катушки L1.

В приемнике использованы следующие детали: конденсаторы КМ, КД, оксидные конденсаторы — любые на номинальное напряжение не менее 10 В, резисторы — ОМЛТ-0,125. Варикапы VD1 и VD2 — КВ124А, они позволяют получить примерно линейную шкалу перестройки по частоте при использовании переменного резистора R6 типа А (с линейной зависимостью сопротивления от угла поворота). Катушка L1 — бескаркасная. Она намотана проводом ПЭВ-2 0,31 на оправке диаметром 3 мм и имеет 12 витков с отводом от 4-го (переключатель SB1 замыкает четыре витка). Антенной служит отрезок провода МГШВ длиной около 1 м.

VT1

C13 10 мк×10 В

К УЗЧ

R8 1,6 к

Рис. 4

Настраивают приемник в такой последовательности: проверив правильность монтажа и подав питание, убеждаются в наличии напряжения 5,6 В на стабилитроне VD3. Резистор R5 подбирают таким, чтобы напряжение на коллекторе транзистора VT1 составило 3 В. Далее, сдвигая и раздвигая витки катушки L1, добиваются приема радиостанций в нужных диапазонах. Это можно сделать и без приборов, на слух.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Поляков В. Т.** Радиовещательные ЧМ приемники с фазовой автоподстройкой. — М.: Радио и связь, 1983.

2. **Атаев Д. И., Болотников В. А.** Аналоговые интегральные микросхемы для бытовой радиоаппаратуры. Справочник, 2-е издание. — М.: Изд-во МЭИ ПКФ "Печатное дело", 1992.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

НОВОСТИ ЭФИРА

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва

РОССИЯ

Частотное расписание Всемирной Русской Службы "Голоса России" на летний радиовещательный сезон 2005 г. таково:

Для Европы
01.00...02.00 — 603, 936 кГц;
02.00...03.00 — 936 кГц;
12.00...13.00 — 936, 972, 999, 1431, 1548 кГц;
13.00...14.00 — 9480 кГц (цифровая передача по системе "DRM");
17.00... 18.00 — 603, 693, 9480**, 11630* кГц;
19.00...20.00 — 1215, 5950, 7420**, 9480**, 11630*, 11745* кГц;
20.00...21.00 — 999, 1215 кГц.
Для Москвы, Подмосковья и прилегающих областей
19.00...20.00 — 612 кГц.
Для стран Балтии
17.00...18.00 — 9480**, 11630* кГц;
19.00...20.00 — 9480**, 11630* кГц.
Для Украины и Молдавии
01.00...03.00 — 936 кГц; 12.00... 13.00 — 936, 972, 999, 1431, 1548 кГц; 19.00...20.00 — 7420**, 11745* кГц; 20.00...21.00 — 999 кГц.
Для Ближнего и Среднего Востока
01.00...02.00 — 648, 972, 1314, 1503, 5945 кГц;
12.00...13.00 — 1143 кГц;
13.00...14.00 — 15540 кГц;
15.00... 16.00 — 1251, 1314, 5945, 11635, 12055, 15440* кГц;
17.00...18.00 — 13850, 15540 кГц;
19.00...20.00 — 5950, 12055 кГц;
20.00...21.00 — 12055*, 7425**, 5950 кГц.
Для Австралии, Новой Зеландии и Океании
12.00...14.00 — 11670 кГц.
Для Северной Америки
01.00...02.00 — 5900**, 9860 кГц; 01.00...03.00 — 5900**, 9725, 9880*, 15425, 15455 кГц.
Для Латинской Америки
01.00...03.00 — 5900*, 6180**, 7260**, 12070* кГц; 02.00...03.00 — 5900*, 6180**, 7260**, 7330, 12070* кГц.
Для Африки
02.00...03.00 — 7330 кГц;
13.00...14.00, 17.00...18.00 — 15540 кГц.
Для Центральной Азии
12.00...13.00 — 1143, 9920 кГц;
13.00...14.00 — 1251, 17645 кГц;
20.00...21.00 — 648, 972, 1503 кГц.
Для Юго-восточной Азии
12.00...14.00 — 7390, 11670 кГц;
13.00...14.00 — 17645 кГц.
Для стран Азии
12.00...13.00 — 1143, 9480, 9745, 9920, 11670 кГц; 13.00...14.00 — 1251, 9480, 9745, 11670 кГц; 15.00...16.00 — 1251, 5945, 12055 кГц.
Для Кавказского региона
01.00...02.00 — 1314 кГц;
15.00...16.00 — 1314 кГц;
19.00...21.00 — 7425**, 12055* кГц.

Время всюду — UTC.
**) до 3 сентября; **) с 4 сентября.*

Актуальную информацию, программы передач, вещание в режиме "Real Audio" и т. д. можно найти на сайте: **<www. Vor.ru/Russian.htm>**; e-mail для писем и рапортов о приеме: **<letters@vor.ru>**; факс: [+7 095] 950-6116.

АРХАНГЕЛЬСКАЯ ОБЛ., КОРЯЖМА. Коряжемское телевидение предъявило государственной комиссии первую очередь сети кабельного телевидения и получило разрешение на эксплуатацию. Абонентам будет предоставлено два пакета: "социальный" и "базовый". В недалекой перспективе появится и так называемый "VIP-пакет". В состав "социального" пакета входят шесть каналов ("Первый", "Россия", "ТВ-Спорт", "НТВ", "Культура" и "ТВ Коряжма"). Вещание отличного качества горожане получат по вполне доступной стоимости. Поскольку телевизионщики изначально предполагают, что "социальным пакетом" будут пользоваться малоимущие, принято решение подключать их к кабельной сети бесплатно. В ближайшее время организаторы приступят к монтажу второй очереди широкополосной оптоволоконной сети. Таким образом, в Коряжме реализуется общемировая тенденция услуг связи: телевидение — в кабель, радио — в эфир. До недавнего времени все было наоборот: радио "скрипело" по проводам, а эфирное ТВ подвергалось помехам.

СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ. Кисловодская компания "Д-Медиа" приступила к тестированию интернет-радиостанции "Kavkaz Music", предлагающей широкий выбор передач национальной музыки народов Северного Кавказа. Скорость передачи — 24 кБ/с., что должно позволить слушать радио даже при медленном модемном соединении с Интернетом. Адрес: **<http:// 82.119.154.230:8000/listen.pls.>**. Для прослушивания пригоден "Real Player" или "Windows Amplifier".

ЧЕЧНЯ. В высокогорном райцентре Ведено начала работу телевизионная студия. Это связано с тем, что сигналы чеченского государственного телерадиоканала "Вайнах" из-за сложного рельефа местности в районе принимались неустойчиво.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

ИСПАНИЯ. "Международное Испанское радио" работает на русском языке по будням с 17.00 до 17.30 на частоте 15195 кГц.

ПОЛЬША. "Радио Полония" передает на русском языке: с 11.00 до11.25 — на частотах 6180 и 7285 кГц; с 13.00 до 13.29 — на частотах 7275 и 6035 кГц; с 14.30 до 14.55 — на частоте 7180 кГц; с 18.00 до 18.29 — на частоте 6095 кГц; с 19.00 до 19.55 — на частотах 6050 и 7185 кГц. В Санкт-Петербурге часть программ ретранслируют через местный передатчик на частоте 684 кГц.

США, АЛЯСКА. Расписание передач радиостанции "KNLS" на русском языке на летний сезон таково: с 9.00 до 10.00 — на частоте 11870; с 11.00 до 12.00 — на частоте 9655 кГц; с 17.00 до 18.00 — на частоте 7355 кГц.

ТАЙВАНЬ. "Международное радио Тайваня" в летнем сезоне вещает на русском языке: с 11.00 до 12.00 — на частоте 11985 кГц; с 13.00 до 14.00 — на частоте 11935 кГц; с 17.00 до 18.00 — на частоте 11885 кГц.

ФИЛИППИНЫ. Русские программы радиостанции "Veritas Asia" транслируются: с 01.30 до 02.30 — на частоте 17830 кГц; с 15.00 до 16.00 — на частоте 9570 кГц. Интернет-сайт радиостанции: **<http://www.rveritas-asia.org/ technical>**, e-mail для писем и рапортов о приеме: **<technical@rveritas-asia.org>**.

ЧЕХИЯ. "Радио Прага" для вещания на русском языке в летнем сезоне использует следующее расписание: с 04.00 до 04.27 — на частотах 9445 и 11600 кГц; с 11.30 до 11.57 — на частотах 11615 и 15710 кГц; с 14.30 до 14.57 — на частотах 9410 и 13580 кГц; с 18.00 до 18.27 — на частоте 7390 кГц.

СЛОВАКИЯ. "Международное Радио Словакии" работает на русском языке: с 13.00 до 13.30 — на частотах 9440 и 11990 кГц; с 15.00 до 15.30 — на частотах 9535 и 11715 кГц; с 17.30 до 18.00 — на частотах 5920 и 9485 кГц.

ШВЕЦИЯ. "Радио Швеция" вещает на русском языке: с 12.00 до 12.30 на частоте 15225 кГц; с 13.00 до 13.30 на частоте 12075 кГц; с 14.00 до 14.30 на частоте 12065 кГц; с 17.00 до 17.30 на частотах 5840 и 1179 кГц (кроме воскресений); с 18.30 до 19.00 на частоте 5840 кГц; с 19.30 до 20.00 на частотах 5840 и 1179 кГц.

ЯПОНИЯ. "Радио Япония" (NHK) в наступившем вещательном сезоне передает на русском языке: с 03.30 до 04.00 — на частоте 17845 кГц; с 04.30 до 05.00 — на частоте 11970 кГц; с 05.30 до 06.00 — на частотах 11715 и 11760 кГц; с 08.00 до 08.30 — на частотах 6145 и 6165 кГц; с 11.30 до 12.00 — на частоте 11710 кГц; с 13.30 до 14.00 — на частоте 6190 кГц; с 18.40 до 19.00 — на частоте 11970 кГц; с 19.00 до 19.20 — на частоте 5955 кГц.

ЗАБАВНЫЕ СООБЩЕНИЯ...

В США продается устройство для блокирования телеканала "Fox News", имеющего решительно консервативную направленность и принадлежащего австралийскому медиа-магнату Руперту Мердоку. 45-летний Сэм Каймери решил воспрепятствовать "идеологической заразе", которую распространяет "Fox News", и изобрел блокирующее этот канал устройство. Оно стоит 8,95 доллара и допускает подключение практически к любому телевизору, который после этого перестает принимать "Fox News". Каймери торгует им через Интернет и продал уже больше ста штук. Конечно, не смотреть "идеологически порочный" канал можно и бесплатно. Но, по словам его изобретателя, подключение блокирующего фильтра к телевизору является символическим актом протеста, наподобие сжигания призывных повесток во время войны во Вьетнаме, когда в США еще была воинская повинность. Особенно любопытно отметить то, что сам изобретатель своим устройством... не пользуется!

Хорошего приема и 73!

Редактор — В. Поляков

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18
РАДИО № 5, 2005

Приставка для измерения индуктивности в практике радиолюбителя

С. БЕЛЕНЕЦКИЙ, г. Луганск, Украина

Несложная приставка к частотомеру позволит определить косвенным измерением индуктивность в диапазоне 0,2 мкГн... 4 Гн. Пониженное напряжение на катушке уменьшает погрешность измерения индуктивности обмоток на мелких кольцевых магнитопроводах, а также дает возможность оценить начальную магнитную проницаемость ферромагнетика. Это нередко позволяет проверить индуктивность катушки без ее демонтажа в аппаратуре.

Для многих начинающих радиолюбителей изготовление катушек, дросселей, трансформаторов и оценка их индуктивности становится "камнем преткновения". Промышленные измерители малодоступны, самодельные законченные конструкции, как правило, сложны в повторении и при их налаживании необходимы промышленные приборы. Поэтому особой популярностью пользуются простые приставки к частотомеру или осциллографу.

Описания и схемы подобных устройств были опубликованы в периодической литературе, в частности [1]. Они просты в повторении, удобны в применении. Но сведения в части заявленных погрешностей в различных частях диапазона измерения нередко приводят к ошибочным выводам и искаженным результатам.

В этой статье сделана попытка в какой-то мере восполнить отмеченный пробел и показать методы оценки погрешностей измерений и способы применения действительно простой и полезной конструкции в лаборатории каждого радиолюбителя.

Предлагаемая приставка к частотомеру предназначена для оценки и косвенного измерения индуктивности с достаточной для практики точностью в интервале 0,2 мкГн... 4 Гн. Она отличается от прототипов пониженным напряжением на измеряемой катушке (амплитуда — не более 100 мВ), что снижает погрешность измерения индуктивности обмотки на малогабаритных замкнутых магнитопроводах и позволяет определить начальную магнитную проницаемость материала магнитопровода. Кроме того, малое значение напряжения на контуре позволяет оценивать индуктивность катушки непосредственно в конструкции, без ее демонтажа. Такую возможность оценят те, кому часто приходится заниматься ремонтом и регулировкой аппаратуры при отсутствии схем и описаний.

Для работы с приставкой подходят любые самодельные или промышленные частотомеры, позволяющие измерять частоту до 3 МГц с точностью не менее трех знаков. Если нет частотомера, подойдет и осциллограф. Точность измерения временного интервала у него, как правило, не хуже 7...10 %, что и определит достоверность параметра.

В интервале значений индуктивности 0,2...0,5 мкГн погрешность измерения не превышает 50 %, в зависимости от точности учета "паразитной" индуктивности входных проводников приставки. Погрешность измерения в интервале 0,5...5 мкГн уменьшается до 5...20 % в связи с тем же ограничением. Индуктивность более 5 мкГн — вплоть до 20 мГн возможно измерить с наименьшей погрешностью, не превышающей 2 %. В интервале значений 20...200 мГн погрешность не более 5 %, если собственная емкость катушки менее 1000 пФ. Для индуктивности более 0,2 Гн из-за влияния активного сопротивления катушки погрешность измерения может возрасти до 5...20 %, а выше 1 Гн — даже до 20...50 %.

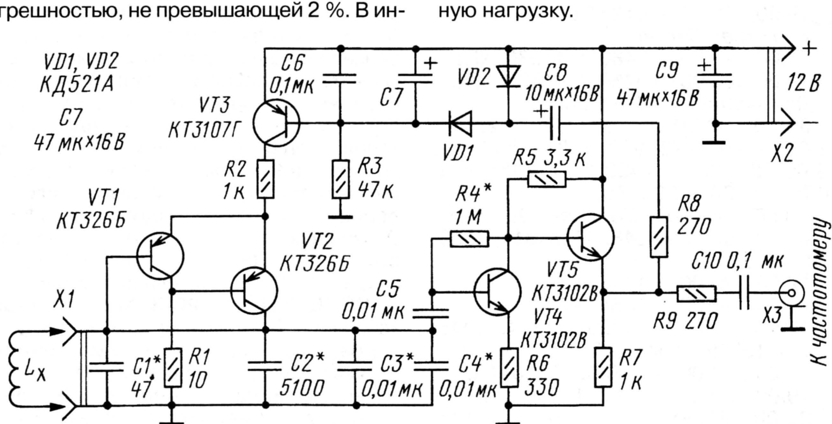


Рис. 1

Ток, потребляемый приставкой при напряжении питания 5...15 В, — не более 22 мА.

Для определения собственной емкости катушки следует использовать эталонный конденсатор по методу, описанному ниже.

Принцип измерения индуктивности [2] основан на известном соотношении, связывающим параметры элементов колебательного контура с частотой его резонанса (формула Томсона):

$$F^2 = \frac{25330}{LC}.$$

Здесь и далее во всех формулах частота указана в мегагерцах, емкость — в пикофарадах, индуктивность — в микрогенри.

При емкости контура $C_к$ = 25330 пФ формула упрощается:

$$L = \frac{1}{F^2} = T^2,$$

где T — период в микросекундах.

В приставке (ее схема показана на **рис. 1**) используется генератор с эмиттерной связью в двухкаскадном усилителе, частота гармонических колебаний которого определяется емкостью конденсатора C1 и измеряемой индуктивностью L_x, подключаемой к зажимам X1. Так как используется непосредственное соединение базы транзистора VT1 с коллектором VT2, то коэффициент петлевого усиления генератора высок, что обеспечивает устойчивую генерацию при изменении соотношения L/C в широком интервале частот. Коэффициент петлевого усиления пропорционален крутизне используемых транзисторов и может эффективно регулироваться изменением тока эмиттеров, для чего используются выпрямитель на диодах VD1, VD2 и управляющий транзистор VT3. Введение усилителя на транзисторе VT4 с K_U= 8...9 позволило снизить амплитуду напряжения на контуре до уровня 80...90 мВ при выходной амплитуде 0,7 В. Эмиттерный повторитель обеспечивает работу на низкоомную нагрузку.

При изменении напряжения питания в интервале 5...15 В вариации уровня выходного напряжения не превышают 20 %, а уход частоты F = 168,5 кГц (с катушкой высокой добротности, намотанной на магнитопроводе из феррита 50ВЧ при индуктивности L = 35 мкГн) не более 40 Гц!

В конструкции можно использовать в позициях VT1, VT2 транзисторы КТ361Б, КТ361Г и серии КТ3107 с любым буквенным индексом, хотя несколько лучшие результаты достигаются с КТ326Б; в позиции VT3 — кремниевые транзисторы структуры p-n-p, например, КТ209В, КТ361Б, КТ361Г или серии КТ3107 с любым буквенным индексом. Для буферного усилителя (VT4, VT5) пригодно большинство высокочастотных транзисторов. Параметр $h_{21э}$ для транзистора VT4 — более 150, для остальных — не менее 50.

Диоды VD1, VD2 — любые высокочастотные кремнивые, например, серий КД503, КД509, КД521, КД522.

Резисторы — МЛТ-0,125 или аналогичные. Конденсаторы, кроме C1, — малогабаритные соответственно керамические и оксидные, допустим разброс по емкости 1,5...2 раза.

Конденсаторы C1—C4 общей емкостью 25330 пФ определяют точность измерения, поэтому ее значение желатель-

но подобрать с отклонением не более ±1 % (можно составить из нескольких термостабильных конденсаторов, например, 10000+10000+5100 пФ из группы КСО, К31). Если нет возможности точно подобрать емкость, можно воспользоваться описанной ниже методикой.

В качестве разъема Х1 удобно использовать пружинящие зажимы для "акустических" кабелей. Разъем Х3 для соединения с частотомером — СР-50-73Ф.

Детали монтируют на печатной плате (**рис. 2**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Допустимо использовать навесной монтаж.

В качестве корпуса для приставки можно применить любую подходящую по размерам коробку из любого материала. Разместить разъем Х1 необходимо так, чтобы обеспечить минимальную длину соединяющих его с платой проводников (фото на **рис. 3**).

После проверки правильности монтажа следует подать питание напряжением 12 В, не подключая катушки к разъему Х1. Напряжение на эмиттере транзистора VT5 должно быть примерно равным половине питающего напряжения; если отклонение больше, потребуется подбор резистора R4. Ток потребления окажется близким к 20 мА.

Присоедините к разъему Х1 катушку L_x индуктивностью в пределах десятков—сотен микрогенри (точное значение некритично), а к разъему Х3 — осциллограф или высокочастотный вольтметр. На выходе приставки должно быть переменное напряжение 0,45...0,5 В эфф. (амплитудное значение 0,65...0,7 В). При необходимости его уровень можно установить в интервале 0,25...0,7 В эфф. подбором резистора R8.

Теперь можно приступить к калибровке приставки, подключив ее к частотомеру.

Это можно сделать несколькими способами.

Если есть в наличии катушка на незамкнутом магнитопроводе с точно известной индуктивностью порядка десятков—сотен микрогенри (погрешность — не хуже ±1 %), то, используя ее как образцовую, подберите емкость конденсаторов C1—C4 так, чтобы показания частотомера с приставкой совпали с требуемым значением.

Во втором случае понадобится один термостабильный эталонный конденсатор, емкость которого не менее 1000 пФ и известна с высокой точностью. В крайнем случае, если нет возможности точно измерить емкость, можно применить конденсаторы КСО, К31 с допуском ±(2—5) %, смирившись с вероятным увеличением погрешности. Автор использовал конденсатор К31-17 с номинальной емкостью 5970 пФ ±0,5 %. Сначала по частотомеру фиксируем частоту F_1 для катушки L_x без дополнительного внешнего конденсатора. Затем присоединяем параллельно катушке эталонный конденсатор $C_{эт}$ и фиксируем частоту F_2. Теперь можем определить реальную входную емкость собранной приставки и индуктивность катушки L_x по формулам:

$$C_{вх} = \frac{F_2^2}{F_1^2 - F_2^2} C_{этал}; \quad L_x = \frac{25330}{F_1^2 C_{вх}}.$$

Вручную делать многократные пересчеты долго, поэтому автор пользуется удачной программой расчетов MIX10, разработанной А. Беспальчиком и любезно выложенной им на сайте СКР **<http://www.cqham.ru/bespalchik.htm>**.

Чтобы можно было пользоваться приведенными в начале статьи упрощенными формулами, нужно подбором конденсаторов C1—C4 установить емкость $C_{вх}$ равной 25330±250 пФ. После окончательной корректировки емкости конденсатором C1 сделайте контрольный замер по приведенной выше методике, чтобы убедиться, что емкость $C_{вх}$ соответствует требуемой.

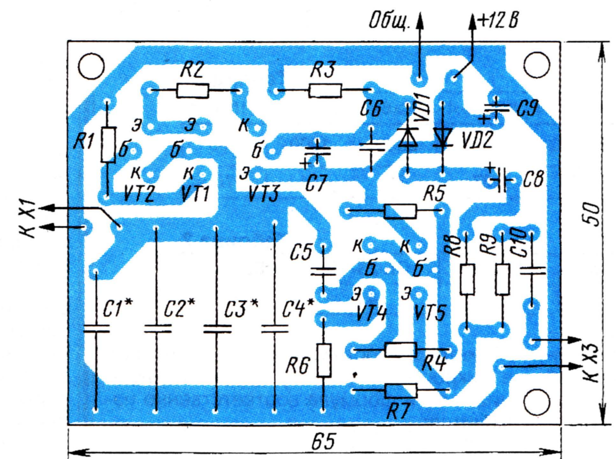


Рис. 2

После установки платы в корпус приставка готова к работе. Попробуем оценить ее возможности; для этого проведем несколько опытов.

1. При измерении малых значений индуктивности большую погрешность вносит собственная индуктивность приставки, состоящая из индуктивности проводников, соединяющих разъем Х1 с платой, и индуктивности монтажа. Попробуем ее измерить. Сначала замкнем контакты разъема Х1 прямым коротким проводником. Скрученные провода, идущие к разъему Х1, длиной 30 мм и перемычка длиной 30 мм образуют один виток катушки. Если в генераторе транзисторы КТ326Б, колебания возникают только при ударном возбуждении контура путем периодичного включения питания; при этом частота F_1 = 2,675...2,73 МГц, что соответствует индуктивности 0,14 мкГн (с транзисторами КТ3107Б генерация совсем не возникает).

Теперь сделаем из провода диаметром 0,5 мм кольцо диаметром 3 см с расчетной индуктивностью [2] около 0,08 мкГн и подключим к Х1. Для генератора на транзисторах КТ326Б частотомер показал значение 2,31 МГц, что соответствует индуктивности 0,19 мкГн. Вариант на транзисторах КТ3107Б генерировал только при ударном возбуждении контура. Таким образом, собственная индуктивность приставки оказалась в пределах 0,1...0,14 мкГн.

Выводы: высокая точность измерений обеспечивается для индуктивности более 5 мкГн. При значениях в интервале 0,5...5 мкГн надо учитывать собственную индуктивность 0,1...0,14 мкГн. При индуктивности менее 0,5 мкГн измерения носят оценочный характер. Уверенно регистрируемое минимальное значение индуктивности — 0,2 мкГн.

2. Измерение неизвестной индуктивности. Допустим, для нее частота F_1= 0,16803 МГц, что по упрощенной формуле расчета индуктивности дает 35,42 мкГн.

При проверке с эталонным конденсатором частота F_2 = 0,15129 МГц соответствует индуктивности 35,09 мкГн. Погрешность — менее 1 %.

3. Используя измеренную индуктивность в качестве образцовой, можно оценить входную емкость генератора. Емкость контура состоит из емкости конденсаторов C1—C4 и емкости $C_{ген}$, состоящей из суммы емкости монтажа и емкости, вносимой транзисторами VT1, VT2, т. е. $C_{вх}$= C1+C2+C3+C4+$C_{ген}$.

Чтобы определить емкость $C_{ген}$, отключаем конденсаторы C1—C4 и измеряем с используемой индуктивностью частоту F_3. Теперь значение $C_{ген}$ можно рассчитать по формуле

$$C_{ген} = \frac{25330}{F_3^2 L_x}.$$

В авторском варианте приставки с транзисторами КТ3107Б емкость $C_{ген}$ равна 85 пФ, а с транзисторами КТ326Б — 39 пФ. По сравнению с требуемым значением 25330 пФ это меньше 0,4 %, что позволяет применять практически любые высокочастотные транзисторы без заметного влияния на точность измерения.

4. Благодаря большой собственной емкости приставки при измерении индуктивности до 0,1 Гн погрешность, вносимая собственной емкостью катушек, несущественна. Так при измерении индуктивности первичной обмотки выходного трансформатора от транзисторных приемников получилось значение L = 105,6 мГн. При дополнении колебательного контура эталонным конденсатором 5970 пФ получилось другое значение — L = 102 мГн, а собственная емкость обмотки $C_{тр} = C_{изм}$ – (C1 + C2 + C3 + C4) = = 25822 – 25330 = 392 пФ.

5. На измерительном колебательном контуре амплитуда напряжения 70...80 мВ оказывается меньше порога открывания кремниевых p-n переходов, что позволяет во многих случаях измерять индуктивность катушек и трансформаторов прямо в устройстве (естественно, обесточенном). Благодаря большой собственной входной емкости приставки (25330 пФ), если емкость в измеряемой цепи не более 1200 пФ, погрешность измерения не превысит 5 %.

Так при измерении индуктивности катушки контура ПЧ (емкость контура — не более 1000 пФ) непосредственно на плате транзисторного приемника полу-

E-mail: mail@radio.ru
тел. 208-83-05

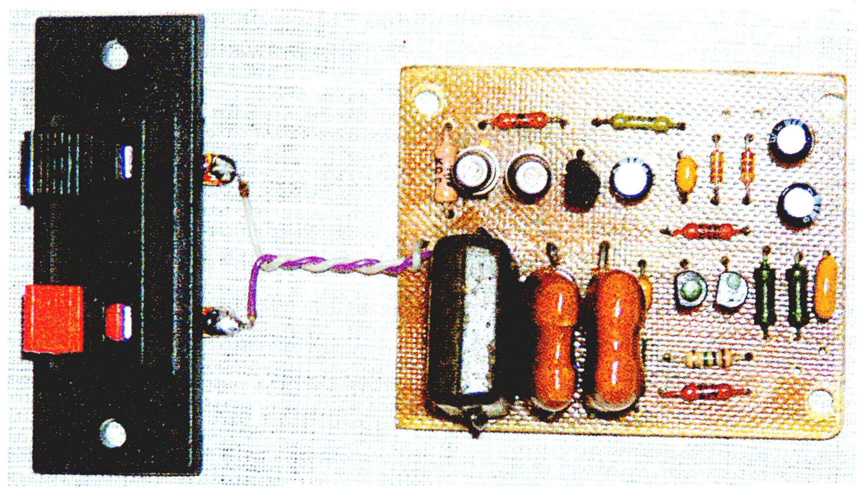


Рис. 3

Таблица 1

Типоразмер	К16×8×4	К16×8×4	К16×8×4	К10×6×4	К10×6×4	К10×6×4
Магнитная проницаемость	3000	2000	1000	2000	1000	400
k	21	26	37	31	44	70

Таблица 2

Магнитопровод	СБ-9а	СБ-12а	СБ-23-17а	СБ23-11а
m	7,1	6,7	4,5	4

чено значение 92,1 мкГн. При измерении индуктивности катушки, выпаянной из платы, расчетное значение оказалось меньше — 88,7 мкГн (погрешность — менее 4 %).

Для подключения к катушкам индуктивности, размещенным на платах, автор использует щупы с соединительными проводами длиной 30 см, скрученными с шагом одна скрутка на сантиметр. Ими вносится дополнительная индуктивность 0,5...0,6 мкГн — это важно знать при измерении малых значений индуктивности, для оценки ее достаточно замкнуть щупы между собой.

В заключение еще несколько полезных советов.

Определить магнитную проницаемость μ кольцевого магнитопровода без маркировки можно по следующей методике. Намотать 10 витков провода, равномерно распределив его по кольцу, и измерить индуктивность L обмотки, а полученное значение индуктивности подставить в формулу

$$\mu = \frac{2550 \cdot L(D+d)}{W^2 \cdot h(D+d)},$$

где W — число витков; D, d, h — соответственно наружный, внутренний диаметры и высота кольцевого магнитопровода.

В практических расчетах удобно пользоваться упрощенной формулой для расчета числа витков на кольцевых магнитопроводах [3]:

$W = k\sqrt{L(\text{мГн})}$.

Значения коэффициента k для ряда распространенных кольцевых магнитопроводов по данным В. Т. Полякова приведены в **табл. 1**.

Для распространенных броневых магнитопроводов из карбонильного железа [4] индуктивность удобнее рассчитывать в микрогенри, поэтому введем коэффициент m, и формула соответственно изменится:

$W = m\sqrt{L(\text{мкГн})}$.

Некоторые значения для распространенных броневых магнитопроводов приведены в **табл. 2**.

Составить подобную таблицу для имеющихся у вас кольцевых и броневых магнитопроводов, воспользовавшись предлагаемой приставкой, не составит большого труда.

ЛИТЕРАТУРА

1. L-метр с линейной шкалой. — Радио, 1984, № 5, с. 58, 61.
2. **Поляков В.** Катушки индуктивности. — Радио, 2003, № 1, с. 53.
3. **Поляков В.** Радиолюбителям о технике прямого преобразования. — М.: Патриот, 1990, с. 137, 138.
4. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства: Справочник радиолюбителя. /Терещук Р. М. и др./ — Киев: Наукова думка, 1987, с. 104.

***От редакции**. Для определения параметров трансформаторов, работающих с током подмагничивания или со значительной индукцией в магнитопроводе, можно проводить измерения частоты генератора с катушкой индуктивности (обмоткой дросселя, трансформатора) "под током", задаваемым извне от источника тока с высоким внутренним сопротивлением. Падение напряжения на обмотке не должно приводить к существенному нарушению режима генератора.*

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

АЦП с интерфейсом USB

С. КУЛЕШОВ, г. Курган

Предлагаемое устройство, не претендуя на уникальные метрологические характеристики, обладает важной особенностью — впервые в любительской практике оно связано с компьютером через универсальную последовательную шину USB. Такое решение весьма актуально. Внешние интерфейсы, ставшие стандартными еще в начале компьютерной эры, отживают свой век. Уже сегодня легко встретить компьютер, лишенный привычных разъемов портов COM и LPT. А пройдет несколько лет, станет раритетом компьютер, оснащенный такими разъемами.

Наряду с несомненными преимуществами, смена интерфейсов влечет за собой определенные проблемы. В первую очередь с ними сталкиваются радиолюбители, лишающиеся хорошо освоенных путей доступа к ресурсам компьютера. Надеемся, публикуемая статья поможет сделать первые шаги по новому пути.

Вниманию читателей предлагается подключаемая к разъему USB компьютера приставка, преобразующая аналоговые входные сигналы в цифровые данные для виртуальных измерительных приборов: цифрового вольтметра, осциллографа, регистратора медленно текущих процессов с записью информации в дисковый файл. Приставка не требует отдельного источника питания, получая его от порта USB, а малое число элементов позволило сделать ее очень компактной.

Технические характеристики

Разрядность АЦП, дв. разрядов 12
Минимальный период повторения отсчетов, мкс 300
Интервал входных сигналов (без делителя), В . . . . .–1,25...+1,25
Входное сопротивление, МОм 1
Входная емкость, пФ 30

Указанные значения входного сопротивления и емкости дают возможность подавать входной сигнал с помощью стандартного щупа-делителя напряжения для обычного осциллографа. Подходят, например, щупы PROBE60S, HP-9060.

Разработанная для работы с приставкой программа обеспечивает наблюдение осциллограмм сигналов на экране монитора при скорости временной развертки 0,3...100 мс/дел. В режиме регистратора программа ведет запись отсчетов сигнала с максимальным периодом повторения 100 с в текстовый файл (кодировка ASCII), пригодный для анализа с помощью других программ.

Схема приставки-АЦП изображена на **рис. 1**. Исследуемый сигнал поступает на разъем XW1. На ОУ DA1.2 выполнен повторитель, а на DA1.1 — узел сдвига уровня, необходимый для превращения биполярных (–1,25...+1,25 В) сигналов в однополярные (0...+2,5), которые способен обрабатывать АЦП DA2. Образцовое напряжение +2,5 В подано на узел сдвига с соответствующего выхода АЦП через повторитель на ОУ DA1.3.

Использован 12-разрядный АЦП AD7495 [1] с последовательным интерфейсом. Сигналом начала цикла преобразования служит смена высокого уровня на входе $\overline{CS}$ АЦП низким при высоком уровне на входе SCLK. Затем на вход SCLK подают 16 импульсов низкого уровня. На выходе SDAT в ответ на четыре первых импульса будет установлен низкий уровень, а на каждый из 12 последующих — уровень, соответствующий значению очередного разряда результата преобразования, начиная со старшего. Завершают цикл установкой высокого уровня на входе $\overline{CS}$.

Для передачи результата преобразования в компьютер применен интерфейс USB, реализуемый с помощью микросхемы FT232BM — преобразователя USB—RS-232 [2]. Эта микросхема способна работать в режиме Bit Bang [3], в котором линии ее порта RS-232 образуют восьмиразрядную параллельную шину данных с индивидуальной настройкой разрядов на ввод или вывод. Программную поддержку режима Bit Bang в компьютере обеспечивает драйвер D2XX [4], бесплатно распространяемый разработчиками микросхемы.

Чтобы сформировать нужную временную диаграмму сигналов управления АЦП, компьютерная программа заполняет выходной буфер USB байтами, несущими в соответствующих разрядах значения этих сигналов в каждом такте. Для одного цикла работы АЦП требуется сформировать и передать 34 байта (по два на каждый тактовый импульс и еще два для управления сигналом $\overline{CS}$). Темп выдачи значений из этих байтов на выходы $\overline{DTR}$ и $\overline{RTS}$ преобразователя интерфейса, с которыми соединены входы $\overline{CS}$ и SCLK АЦП, зависит от настройки внутреннего синтезатора тактовой частоты преобразователя. Настройку изменяют командами от компьютера, регулируя таким образом скорость работы АЦП, а вместе с ней и частоту дискретизации входного сигнала.

Последовательный выход АЦП соединен с входом $\overline{CTS}$ преобразователя интерфейса, благодаря чему результаты работы АЦП поступают в буфер преобразователя интерфейса, а из него по USB — в компьютер. В связи с особенностями протокола обмена по USB передача информации в компьютер происходит с довольно большой, а главное, непредсказуемой задержкой. Чтобы решить проблему, на вход $\overline{DSR}$ преобразователя интерфейса подан тот же сигнал, что и на вход $\overline{CS}$ АЦП. Получая информацию об уровнях на входе $\overline{CS}$ и на выходе SDAT АЦП одновременно, компьютерная программа имеет возможность найти в полученной последовательности начало и конец каждого цикла преобразования и правильно декодировать его результат.

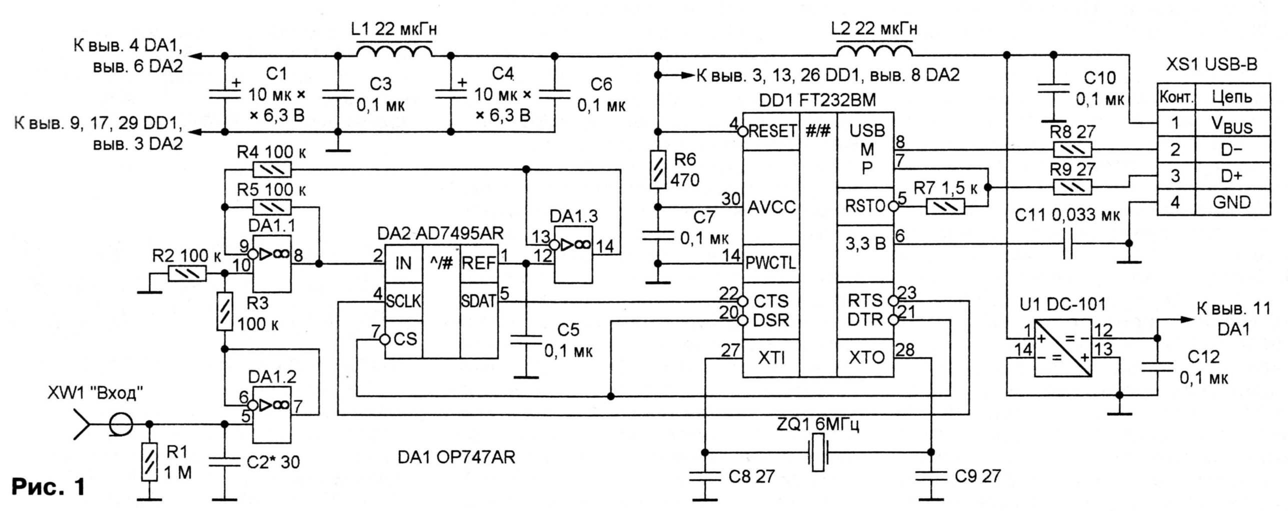


Рис. 1

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00

В приставке реализовано важное преимущество интерфейса USB — как уже сказано, ей не требуется отдельный источник питания. Напряжение +5 В поступает на микросхемы с контакта 1 розетки XS1 через развязывающие LC- и RC- фильтры. Напряжение −5 В, необходимое для питания ОУ DA1, получено с помощью преобразователя напряжения DC-101 фирмы YCL. Аналогичный можно найти на плате неисправного компьютерного адаптера сети Ethernet, предназначенного для связи по коаксиальному кабелю. Пригодны и другие модули преобразователей постоянного напряжения 5 В в 5...9 В с гальванической развязкой.

Приставка смонтирована на макетной плате, на которой расположены все элементы, за исключением разъема XW1. Монтаж выполнен проводом МГТФ. Выводы малогабаритных микросхем соединены с контактными площадками макетной платы отрезками луженого провода диаметром 0,2 мм.

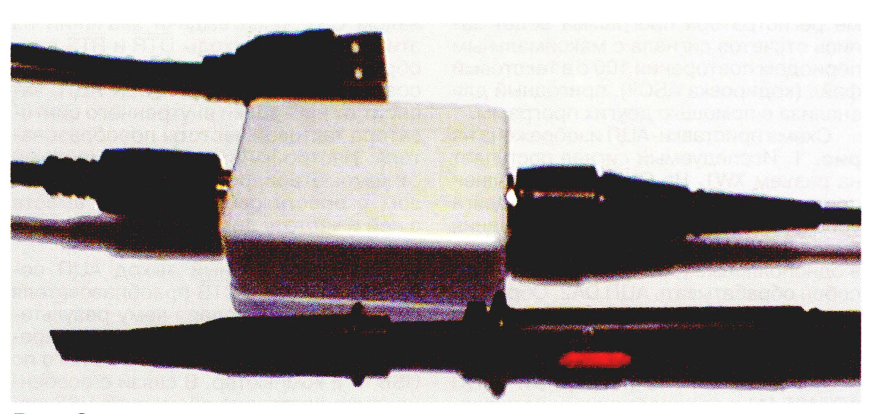


Рис. 2

Коаксиальный разъем XW1 — СР-50-73ФВ (BNC Jack). XS1 — розетка USB-B для печатного монтажа, ее стандартным кабелем соединяют с одной из розеток USB-A компьютера. Приставка (ее внешний вид вместе с USB-кабелем и щупом-делителем показан на **рис. 2**) собрана в пластмассовом корпусе от телефонной розетки RJ-11.

Подключенную к разъему USB приставку операционная система компьютера автоматически опознает как новое USB-устройство. Прочитав его идентификаторы (микросхеме FT232BM по умолчанию присвоены VID=0x0403 и PID=0x6001), она пытается найти в памяти компьютера и установить подходящий программный драйвер устройства. Если сделать это самостоятельно ей не удалось, система попросит пользователя указать путь к папке, в которой находятся необходимые файлы. Последние версии требующегося для работы приставки драйвера D2XX для различных операционных систем находятся на интернет-странице **<http://www.ftdichip.com/Drivers/FT232-FT245Drivers.htm#D2XX>**.

Разработанная для работы с приставкой программа USCOPE, основное окно которой показано на **рис. 3**, позволяет измерить среднее значение входного напряжения АЦП и наблюдать осциллограмму поданного на его вход сигнала.

Кнопками на панели **TIME/DIV—Scope** изменяют скорость "развертки", а на панели **INPUT DIVIDER** устанавливают соответствие показаний вольтметра измеряемому напряжению при использовании щупа-делителя.

Органами управления, расположенными на панели **Syncro**, выбирают вид синхронизации развертки и управляют условиями ее запуска. Синхронизация реализована программно и основана на поиске отсчета, удовлетворяющего заданным условиям, в буфере принятых от АЦП данных. Выбрав в меню "File" пункт "Save Image...", можно записать наблюдаемую осциллограмму в графический файл.

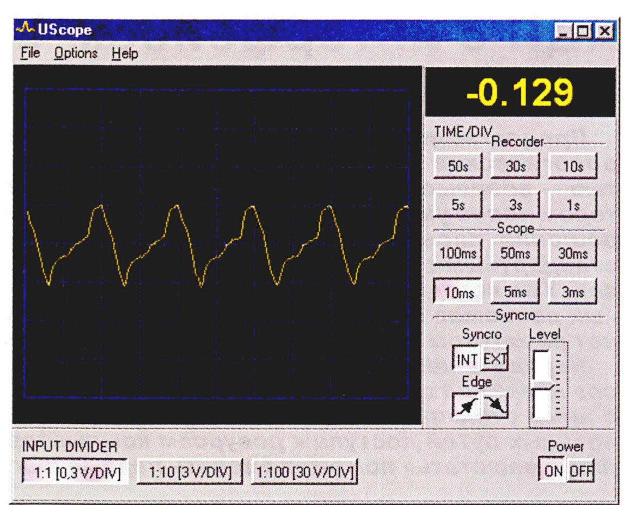


Рис. 3

В режиме регистратора, в который входят, нажав на панели **TIME/DIV—Recorder** одну из кнопок, задающих период повторения отсчетов в секундах, программа записывает принятую от АЦП информацию в текстовый файл практически неограниченного размера. По умолчанию будет создан файл **data.txt**, но это имя можно изменить, выбрав в меню "File" пункт "Save Data As...".

В окне **Options**, открывающемся при выборе одноименного пункта главного меню, можно задать Device ID — имя, по которому программа ищет приставку-АЦП в списке подключенных к компьютеру устройств. Оно должно совпасть с заданным при установке драйвера, по умолчанию — "USB <-> Serial".

В том же окне можно ввести число, корректирующее ноль шкалы напряжения. Обычно его подбирают таким, чтобы при замкнутом входе приставки показания цифрового табло в правой верхней части главного окна стали нулевыми.

Кнопки **Power ON/OFF** служат для логического включения и выключения АЦП. При отключении приставки от компьютера программа автоматически переходит в режим OFF.

При пользовании приставкой следует помнить, что вход осциллографа не изолирован от компьютера. Измерения в цепях, непосредственно связанных с питающей сетью, необходимо производить с помощью разделительного трансформатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. AD7495 1 MSPS, 12-Bit ADC. — **<http://www.analog.com/UploadedFiles/Data_Sheets/256945590AD7475_95_a.pdf>**.

2. FT232BM USB UART. — **<http://www.ftdichip.com/Documents/DataSheets/ds232b17.pdf>**.

3. FT232BM/FT245BM BIT BANG MODE. Application Note. — **<http://www.ftdichip.com/Documents/AppNotes/AN232B-01_BitBang.pdf>**.

4. D2XX Programmer's Guide. — **<http://www.ftdichip.com/Documents/ProgramGuides/D2XXPG30.pdf>**.

***От редакции**. Драйвер D2XX для Windows и программу USCOPE, в том числе ее исходные тексты, можно найти на FTP-сервере редакции по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/05/usbadc.zip>**.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, иллюстрации — автора

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00

Моделирование устройств на микроконтроллерах с помощью программы ISIS из пакета PROTEUS VSM

А. МАКСИМОВ, п. Некрасовское Ярославской обл.

Овладев необходимым минимумом знаний, попробуйте создать собственную модель устройства, например, такого, схема которого показана на **рис. 7**. Это своеобразный микроконтроллерный "мультивибратор". Предполагается, что частоту вспышек светодиода HL1 можно менять переменным резистором R2. Предстоит в этом убедиться, не собирая устройство с помощью паяльника из "живых" деталей.

Рис. 7

При запуске ISIS создает новый проект автоматически. Если в начале работы пришлось загрузить другой проект, чтобы создать новый, достаточно выбрать в меню **File** пункт **New Design**.

Сохраните новый проект (пока пустой), выбрав в меню **File** пункт **Save Design**. Перед выполнением этой операции система попросит изменить имя, присвоенное по умолчанию (UNTITLED.DSN — безымянный), любым другим по выбору пользователя. Сохранить проект можно и в папке, предлагаемой системой, но лучше создать для него специальную, назвав ее, например, MULT. В дальнейшем именно в ней будет храниться все, связанное с проектом, в том числе программа микроконтроллера и вспомогательные файлы, создаваемые системой в процессе работы.

Работу над моделью начните с подбора необходимых компонентов. Найдите в библиотеке резистор (RES), переменный резистор с линейной зависимостью сопротивления от положения движка (POT-LIN), конденсатор (CAP) и светодиод красного свечения LED-RED . Проще всего это делать, набирая условные наименования компонентов в окне Keywords. По мере накопления опыта можно будет искать компоненты иначе, заходя за ними в нужные разделы библиотеки.

Напоминаю, чтобы перенести найденный компонент в окно селектора объектов, нужно дважды "щелкнуть" по строке с его названием в библиотеке. В результате должен получиться список, показанный на **рис. 8**. В отличие от сборки реального устройства, для модели берут по одному экземпляру каждого из однотипных элементов. "Размножают" их и присваивают нужные свойства, например номиналы, уже в процессе "сборки" модели на экране.

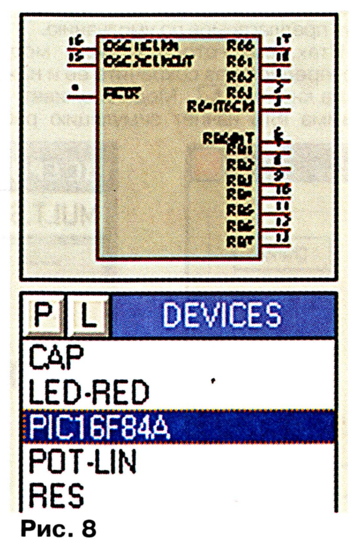


Рис. 8

Размещая и соединяя компоненты на экране компьютера в основном окне программы, открывайте окна свойств каждого из них и задавайте значения Component Reference (позиционное обозначение), Resistance (сопротивление) или Capacity (емкость) в соответствии со схемой. Свойство Full drive current (номинальный ток) светодиода лучше уменьшить до 1...2 мА, чтобы во включенном состоянии он выглядел на экране поярче.

Из свойств микроконтроллера обязательно укажите Processor Clock Frequency (тактовую частоту процессора) — 4 МГц. Имя HEX-файла программы (Program file) можно задать сразу, если он готов, или позже, после того как он будет создан. Об имеющихся в ISIS возможностях для этого и средствах отладки программ будет рассказано далее.

Чтобы "заземлить" выводы конденсатора и светодиода, потребуется специальный компонент GROUND. Возьмите его из списка, появляющегося в окне селектора объектов при нажатии на кнопку . Кроме того, добавьте в собранную модель вольтметр (DC VOLTMETER) из списка, выводимого на экран при нажатии на кнопку (Virtual Instruments — виртуальные измерительные приборы). Подключите вольтметр параллельно конденсатору C4.

В результате должно получиться изображение, подобное показанному на **рис. 9**. "Подводить" к модели микроконтроллера питание, устанавливать резистор R1, конденсаторы C1—C3 и кварцевый резонатор не требуется, хотя при необходимости можно сделать и это.

Сохраните созданный проект. Эту операцию рекомендуется делать почаще, особенно перед началом отладки готовой модели или перед внесением в нее изменений. Это избавит от необходимости повторять всю проделанную работу в случае сбоя. Так бывает, если в "собранной" модели имеются неправильные соединения компонентов или несовместимы значения их свойств.

Небольшое отступление. Если модель устройства с микроконтроллером предназначена только для отладки его программы, не старайтесь точно воспроизвести схему-прототип. Везде, где возможно, заменяйте аналоговые элементы (например, транзисторные ключи) цифровыми, выполняющими аналогичную функцию. Этим компьютер будет освобожден от рутинных расчетов переходных процессов в аналоговых элементах, занимающих львиную долю процессорного времени. Модели многих компонентов, в том числе резисторов, имеют "цифровой" и "аналоговый" варианты. В рассматриваемом случае "цифровым" вполне может быть резистор R3, включенный последовательно со светодиодом.

Осталось подготовить программу для микроконтроллера и загрузить ее в модель. Исходный текст программы на языке ассемблера MPASM, по которой дол-

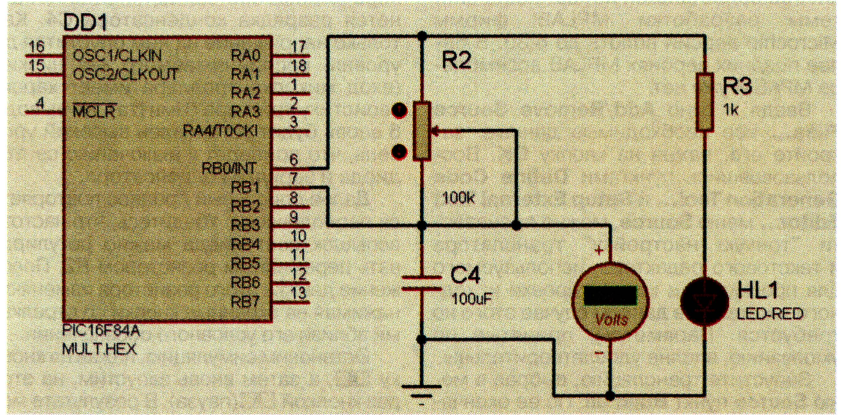


Рис. 9

*Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2005, № 4*

Таблица 1

```
        list p=16f84a
        #include <p16F84A.inc>

        org     0h
        clrf    PORTB
        bsf     STATUS,RP0
        movlw   0xFE
        movwf   TRISB
        bcf     STATUS,RP0
LOOP    bsf     PORTB,0
LOOPH   btfss   PORTB,1
        goto    LOOPH
        bcf     PORTB,0
LOOPL   btfsc   PORTB,1
        goto    LOOPL
        goto    LOOP
        end
```

жен работать "мультивибратор", приведен в **табл. 1**. Наберите его в любом текстовом редакторе и сохраните в папке проекта (MULT) под именем MULT.asm.

Откройте пункт **Add/Remove Source Files...** в меню **Source**. Будет открыто окно, показанное на **рис. 10**, в котором необходимо нажать на экранную кнопку **New**, затем ввести Source Code Filename — имя файла исходного текста программы. Найти его поможет кнопка **Change**. В ответ на ее нажатие на экран будет выведено окно, позволяющее выбрать нужный файл из имеющихся на дисках компьютера.

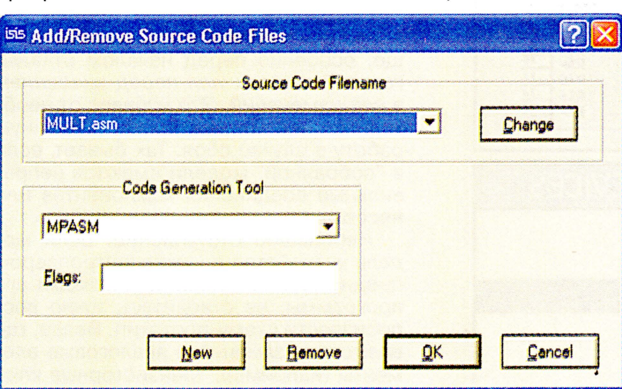


Рис. 10

Далее выберите Code Generation Tool — средство трансляции программы. Их список "выпадает" при нажатии на кнопку со стрелкой у соответствующего окна. В данном случае необходим ассемблер MPASM.

Версия этого ассемблера, поставляемая в пакете PROTEUS, довольно старая. При необходимости можно заменить ее более свежей из комплекта системы разработки MPLAB фирмы Microchip версий вплоть до 6.30. В более поздних версиях MPLAB ассемблера MPASM уже нет.

Введя в окно **Add/Remove Source Files...** все необходимые данные, закройте его, нажав на кнопку **OK**. Воспользовавшись пунктами **Define Code Generation Tool...** и **Setup External Text Editor...** меню **Source**, можно произвести "тонкую настройку" транслятора и текстового редактора, используемого для просмотра и корректировки исходного текста. Но в данном случае этого не требуется. Параметры, принятые по умолчанию, вполне удовлетворительны.

Запустите трансляцию, выбрав в меню **Source** пункт **Build all**. По ее окончании на экране появится окно с сообщениями транслятора об обнаруженных ошибках или их отсутствии. Ошибки можно исправить, "щелкнув" по имени исходного файла в нижней части меню **Source**. Будет открыто окно текстового редактора. Внеся необходимые изменения, сохраните откорректированный файл и повторите трансляцию (**Build all**).

После успешной трансляции в папке MULT появится файл MULT.HEX, который необходимо "загрузить" в модель микроконтроллера. Для этого, закрыв окно с сообщениями транслятора, выделите в схемном окне компонент DD1 (микроконтроллер). Открыв окно его свойств, укажите в качестве Program File имя созданного HEX-файла. Слово конфигурации (Program configuration word), если оно, как в нашем случае, не было задано в исходном тексте программы, можно ввести в шестнадцатиричном формате или принять предлагаемое по умолчанию.

Итак, все готово к пуску модели. В очередной раз сохраните ее и нажмите на кнопку. Модель оживет, программа ISIS начнет симуляцию работы спроектированного устройства. У выводов компонентов появятся квадраты, цвета которых соответствуют действующим логическим уровням: красный — высокий, синий — низкий, серый — неопределенный (промежуточный). Показания вольтметра "бегут" — идет зарядка конденсатора C4. Светодиод HL1 включен.

Как только напряжение на конденсаторе достигнет значения, воспринимаемого микроконтроллером как логически высоким, программа сменит высокий уровень на выводе 6 микроконтроллера низким, светодиод погаснет и начнется разрядка конденсатора C4. Как только напряжение на нем опустится до уровня, воспринимаемого как низкий (вход микроконтроллера имеет характеристику триггера Шмитта), на выводе 6 вновь будет установлен высокий уровень, что приведет к включению светодиода и зарядке конденсатора.

Далее описанный процесс повторяется периодически. Убедитесь, что частоту вспышек светодиода можно регулировать переменным резистором R2. Положение движка этого резистора изменяют, нажимая на экранные кнопки со стрелками вблизи его условного обозначения.

Остановим симуляцию, нажав на кнопку, а затем вновь запустим, на этот раз кнопкой (пауза). В результате модель будет инициализирована, но "заторможена" в исходном состоянии. В появившемся на экране окне отладчика (**рис. 11**) выведен фрагмент исходного текста программы. Если такое окно не появилось, нужно поставить "галочку" у пункта **CPU Source Code** меню **Debug**.

Строка программы, соответствующая текущему значению программного счетчика (в данном случае — нулевому), отмечена красным треугольником. Она же выделена цветом, но выделение можно перемещать по строкам мышью или клавишами управления курсором.

Значки в верхней части окна отладки дают возможность сделать следующее:

— запустить программу в режиме реального времени, начиная с текущей строки;

— выполнить текущую строку программы, если в ней команда call, выполнить всю подпрограмму;

— выполнить текущую строку программы;

— если текущая строка находится внутри подпрограммы, выполнить ее до команды RETURN включительно;

PIC CPU Source Code - DD1

MULT.SDI

```
----    list p=16f84a
----    #include <p16F84A.inc>
----
0000    org     0h
0000    clrf    PORTB
0001    bsf     STATUS,RP0
0002    movlw   0xFE
0003    movwf   TRISB
```

Рис. 11

— выполнить программу, начиная с текущей строки, до строки, выделенной цветом;

— установить контрольную точку или снять ранее установленную.

"Щелкнув" правой кнопкой мыши в поле окна отладчика, можно открыть меню, позволяющее найти строку программы по заданному адресу или порядковому номеру, найти в программе заданный текстовый фрагмент, управлять контрольными точками, включать и выключать отображение некоторых параметров в окне отладчика (например, номеров строк). Там же можно выбрать шрифт, которым отображается информация (для правильного вывода русского текста — COURIER NEW).

Выделите строку по адресу 0005. Нажав один раз на кнопку, поставьте здесь контрольную точку. Достигнув ее в процессе симуляции, программа будет автоматически остановлена. Строку с активной контрольной точкой отмечает красный овал. Учтите, при втором нажатии на кнопку сплошной овал превратится в букву О — контрольная точка станет пассивной, а при третьем нажатии исчезнет — контрольная точка удалена.

Установите контрольную точку и по адресу 0008. В результате окно отладки примет вид, показанный на **рис. 12**. Анализируя программу, нетрудно убе-

PIC CPU Source Code - DD1

```
MULT.SDI
----        list p=16f84a
----        #include <p16F84A.inc>
----
0000        org     0h
0000        clrf    PORTB
0001        bsf     STATUS,RP0
0002        movlw   0xFE
0003        movwf   TRISB
0004        bcf     STATUS,RP0
0005 LOOP   bsf     PORTB,0
0006 LOOPH  btfss   PORTB,1
0007        goto    LOOPH
0008        bcf     PORTB,0
0009 LOOPL  btfsc   PORTB,1
000A        goto    LOOPL
000B        goto    LOOP
----        end
```

Рис. 12

PIC CPU Registers - DD1

```
     PC: $0000                   W.MSGS: 0
INSTR.: CLRF PORTB

      W: 198 $C6 %11000110           SP: 0
 STATUS: 28  $1C %00011100          RPx: 0   Z:1 DC:0 C:0

    FSR: 28  $1C %00011100      PCLATH: 0    $00 %00000000
 OPTION: 255 $FF %11111111      INTCON: 0    $00 %00000000

 PORT A: 1   $01 %00000001      TRIS A: 31   $1F %00011111
 PORT B: 135 $87 %10000111      TRIS B: 255  $FF %11111111
```

Рис. 13

Watch Window

Name	Address	Value	Watch Expression
PORTB	0x0006	0b00000010	

Рис. 14

Watchpoint Condition

Global Break Condition
- Turn off (disable) watch points.
- Suspend the simulation if ANY expression is true.
- Stop the simulation only when ALL expressions are true.

Item Break Expression
- Item: PORTB
- Mask: AND 0x01
- Condition: Equals
- Value: 1

OK | Cancel

Рис. 15

диться, что заданные контрольные точки соответствуют моментам смены логического уровня на линии 0 порта B микроконтроллера.

Запустите модель кнопкой ▶ или 🏃, безразлично. Проработав некоторое время, она остановится в контрольной точке по адресу 0008. Вольтметр показывает 2,5 В — точное значение напряжения верхнего порога переключения входа микроконтроллера, заложенное в его модели. После следующего пуска остановка произойдет по адресу 0005, а вольтметр покажет 2,3 В — значение напряжения нижнего порога.

Кроме описанного окна отладки, отметив в меню **Debug** соответствующие пункты, можно вывести на экран окна спецрегистров процессора (**рис. 13**), памяти программы, данных, EEPROM и содержимого аппаратного стека. Это дает возможность наблюдать за всеми происходящими в микроконтроллере изменениями, выполняя программу в пошаговом режиме. К сожалению, во время непрерывной симуляции эти окна не видны, появляясь на экране лишь в паузах.

Чтобы иметь возможность следить за содержимым регистров во время симуляции, откройте окно наблюдения, поставив "галочку" у пункта **Watch Window** меню **Debug**. Вновь открытое окно — пустое. Его необходимо заполнить, указав имена или адреса регистров микроконтроллера, за которыми будет вестись наблюдение.

"Щелкните" в поле окна правой кнопкой мыши и выберите пункт **Add Items (By Name)...** в открывшемся меню. На экран будет выведен список регистров микроконтроллера. Найдите в списке "PORTB" (только он участвует в работе программы MULT) и дважды щелкните по его имени. В окне наблюдения появится соответствующая строка. Можно задать наблюдение за любым числом регистров, не покидая списка, а затем закрыть его, нажав на экранную кнопку **Done**.

Аналогичным образом действуют, выбрав пункт **Add Items (By Address)...** и указывая вместо имени регистра его адрес. Здесь же можно задать тип наблюдаемого объекта (байт, слово, двойное слово и пр.) и формат представления его значения (двоичный, десятичный, шестнадцатиричный и др.). Чтобы задать те же характеристики для регистров, выбранных по имени, в меню окна предусмотрены пункты **Data Type** и **Data Format**. В частности, содержимое регистра PORTB желательно отображать в двоичном формате.

Во время работы модели окно наблюдения останется на экране и будет выглядеть, как показано на **рис. 14**. Значения двух младших разрядов порта будут отображать изменения логических уровней на соответствующих выводах микроконтроллера.

Обратите внимание на пустое пока поле Watch Expression. Здесь можно задать условия, при выполнении которых работа программы будет приостанавливаться в дополнение к остановкам в контрольных точках или вместо них (если контрольные точки не заданы или пассивны). Выберите в меню окна наблюдения пункт Watchpoint Condition и задайте параметры, указанные на **рис. 15**. В результате программа будет останавливаться при выполнении условия (PORTB and 1)=1, т. е. при высоком уровне на выводе 6 микроконтроллера.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, скриншоты — автора

(Окончание следует)

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-89-00

Стабилизатор напряжения 0...15 В с шагом регулирования 1 В

М. ОЗОЛИН, с. Красный Яр Томской обл.

Предлагаемый стабилизатор напряжения предназначен для питания устройств в радиолюбительской лаборатории в процессе их налаживания. Обычно для этой цели используют лабораторный блок питания с плавной регулировкой выходного напряжения. Однако плавная регулировка необходима не всегда — во многих случаях допустима ступенчатая регулировка напряжения. Нагрузка стабилизатора защищена не только от превышения потребляемого тока, но и от бросков напряжения питания.

Стабилизатор вырабатывает напряжение от 0 до 15 В, которое можно изменять с шагом 1 В. Максимальный ток нагрузки — 0,5 А, при его превышении узел защиты отключает нагрузку. В случае необходимости порог срабатывания узла токовой защиты может быть увеличен до 7 А. Напряжение питания стабилизатора может быть нестабилизированным, его значение с учетом пульсаций должно оставаться в пределах 18...25 В при изменении тока нагрузки от нуля до максимального значения.

Схема стабилизатора (основного блока устройства) показана на **рис. 1**. Устройство содержит следующие узлы: стабилизатор напряжения питания цифровых микросхем DA1; цифровой формирователь кода выходного напряжения DD1, DD2, VD1, C3, R1—R4; цифроаналоговый преобразователь (ЦАП) на прецизионных резисторах R7—R10; выходной усилитель DA2.1, VT2, R11, R12 и узел токовой защиты R5, R6, VD2, VT1, R13, R14.

Микросхема DA1 вырабатывает стабильное напряжение 6 В, используемое для питания цифровых микросхем DD1 и DD2. Цифровой код выходного напряжения формирует двоичный реверсивный счетчик импульсов DD2. Импульсы поступают на счетчик с генератора на элементе DD1.4. Направление счета определяет состояние RS-триггера на элементах DD1.2 и DD1.3. Когда на входе U микросхемы DD2 высокий уровень, счетчик работает в режиме сложения, в противном случае — в режиме вычитания.

Элемент DD1.1 управляет генератором импульсов. Если ни одна из кнопок SB1 и SB2 не нажата, низкий уровень на выходе этого элемента через резистор R3 и диод VD1 препятствует зарядке конденсатора C3 до порога переключения триггера Шмитта, в результате чего генерация импульсов невозможна. Состояние счетчика DD2 (число N) не изменяется.

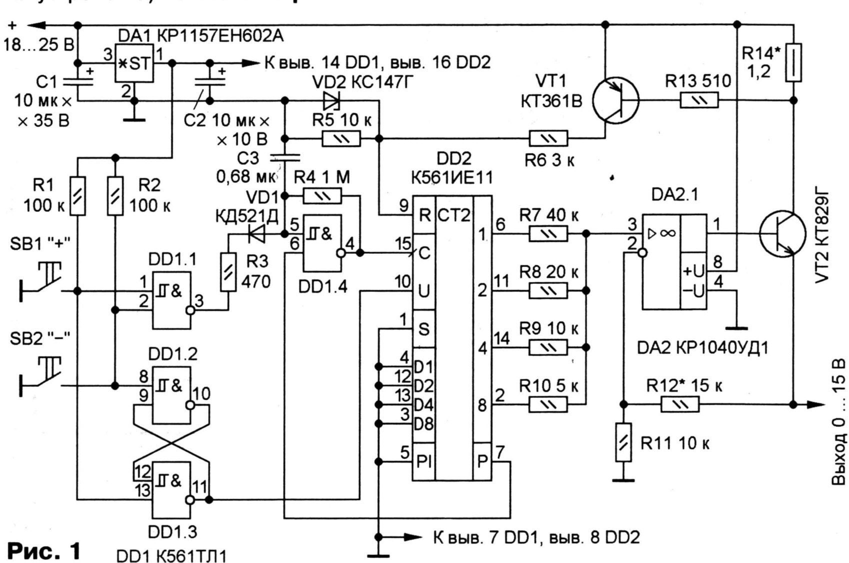


Рис. 1

Отношение значений сопротивления резисторов ЦАП R7:R8:R9:R10 — 8:4:2:1. Поэтому напряжение в точке их соединения и, соответственно, на неинвертирующем входе ОУ DA2.1 равно $N \cdot U_1/15$, где U_1 — напряжение питания микросхемы DD2. Отношение R12/R11 в цепи ООС выбрано так, чтобы коэффициент усиления ОУ DA2.1 и транзистора VT2 был равен 2,5. Поэтому выходное напряжение равно N вольт при условии, что U_1 = 6 В.

При нажатии на кнопку SB1 "+" (режим увеличения напряжения) низкий уровень на нижнем по схеме входе элемента DD1.3 устанавливает RS-триггер в единичное состояние (на выходе этого элемента и, соответственно, на входе U микросхемы DD2 — высокий уровень), переключая счетчик в режим сложения. Одновременно низкий уровень на верхнем по схеме входе элемента DD1.1 приводит к установлению на его выходе высокого уровня, закрыванию диода VD1 и возникновению генерации. Каждый импульс увеличивает состояние счетчика на 1 и выходное напряжение на 1 В.

Если нажать на кнопку SB2 "−" (режим уменьшения напряжения), низкий уровень на верхнем по схеме входе элемента DD1.2 устанавливает RS-триггер в нулевое состояние (на выходе элемента DD1.3 и, соответственно, на входе U микросхемы DD2 — низкий уровень), переключая счетчик в режим вычитания. Одновременно низкий уровень на нижнем по схеме входе элемента DD1.1 аналогично приводит к установлению на его выходе высокого уровня, закрыванию диода VD1 и возникновению генерации. Каждый импульс уменьшает состояние счетчика на 1 и выходное напряжение на 1 В. Когда состояние N счетчика достигнет нуля, на выходе P микросхемы DD2 появится низкий уровень. Поскольку этот выход соединен с нижним по схеме входом элемента DD1.4, то работа генератора будет приостановлена. Поэтому опасный для нагрузки переход от нулевого напряжения к максимальному запрещен. Возобновить работу генератора можно лишь нажатием на кнопку SB1.

Аналогично запрещен бросок от максимального до нуля в режиме увеличения напряжения. После достижения максимального значения 15 В генерация импульсов также приостановлена, ее можно возобновить только нажатием на кнопку SB2.

Работа устройства не предусмотрена в случае, когда нажаты обе кнопки SB1 и SB2. Однако этот случай для устройства не опасен. На выходах элементов DD1.1 и DD1.3 будут те же логические уровни, что и при одной нажатой кнопке SB1. Следовательно, кнопка SB1 приоритетнее: если она нажата, состояние кнопки SB2 не имеет значения.

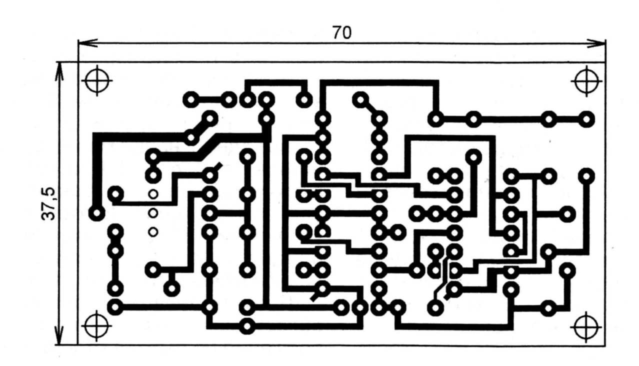
Если ток, потребляемый нагрузкой, достигнет порога срабатывания узла защиты, падение напряжения на резисторе R14 превысит напряжение открывания транзистора VT1, напряжение на входе R микросхемы DD2 достигнет высокого логического уровня и вызовет обнуление счетчика, соответственно, выходное напряжение упадет до нуля. Стабилитрон VD2 ограничивает напряжение на входе R до уровня, не превышающего напряжение питания счетчика DD2.

Стабилизатор смонтирован на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**.

Состояние N счетчика и, соответственно, выходное напряжение отображает блок индикации, схема которого показана на **рис. 3**. Блок содержит собственный стабилизатор напряжения DA1, цифровой компаратор на элементах DD1.1—DD1.3, сумматор DD2, 7-элементные светодиодные индикаторы HG1 и HG2, первым из которых управляет транзистор VT1, а вторым — дешифратор DD3.

Входы 1, 2, 4, 8 блока индикации соединяют с соответствующими выхода-

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-89-00



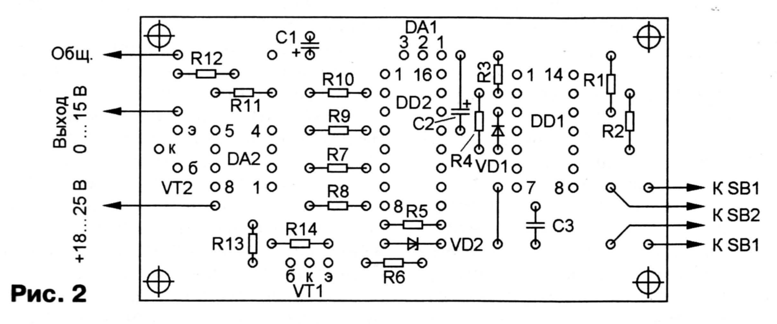


Рис. 2

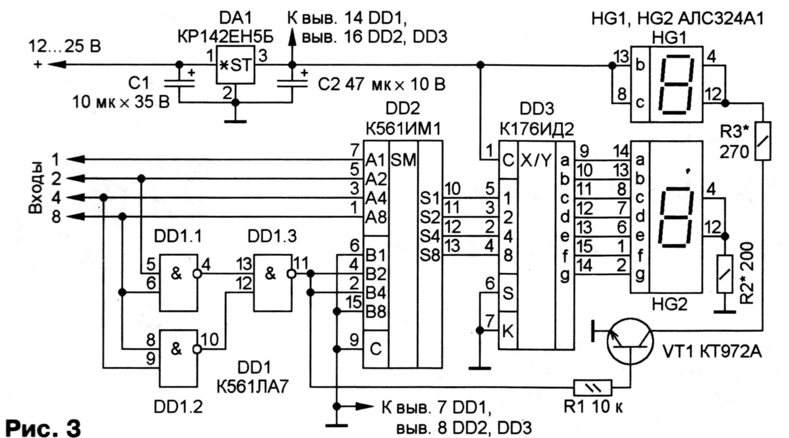


Рис. 3

ми счетчика DD2 (см. рис. 1). Двоичный код N выходного напряжения поступает на вход A четырехразрядного сумматора DD2. Цифровой компаратор, собранный на элементах DD1.1—DD1.3, анализирует значение N.

Если N меньше 10, на выходе компаратора (выход элемента DD1.3) низкий уровень. Двоичный код второго слагаемого (входы B сумматора DD2) равен 0, поэтому число на выходе сумматора также равно N. Именно его отображает индикатор HG2. Транзистор VT1 закрыт, индикатор HG1 погашен.

Если N больше или равно 10, на выходе компаратора присутствует высокий уровень. Двоичный код второго слагаемого (входы B сумматора DD2) равен 6, поэтому число на выходе сумматора — N+6, что для четырехразрядного двоичного кода равно N−10. Это число (младший десятичный разряд) отображает индикатор HG2. Транзистор VT1 открыт, индикатор HG1 отображает старший десятичный разряд, равный 1.

Блок индикации смонтирован на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 4**.

В стабилизаторе (см. рис. 1) применены прецизионные резисторы R7—R12 С2-29В-0,125 с допустимым отклонением номинального сопротивления не более 0,5 %. Резистор R7 составлен из двух, сопротивлением по 20 кОм, соединенных последовательно. Резистор R10 — из двух, сопротивлением по 10 кОм, соединенных параллельно. Сопротивление резистора R14 должно быть обратно пропорционально максимальному току нагрузки, а его мощность рассеяния — прямо пропорциональна этому току. На схеме указано сопротивление и мощность этого резистора для максимального тока нагрузки 0,5 А. Все остальные резисторы, в том числе в блоке индикации, могут быть любыми с допуском ±20 %. Конденсатор C3 (см. рис. 1) — любой пленочный или керамический. Остальные конденсаторы — любые оксидные малогабаритные, имеющие емкость и номинальное напряжение не меньше указанных на схемах.

Транзистор КТ361В (VT1 на рис.1) заменим на КТ361Г—КТ361Е, КТ501Г—КТ501М, КТ502В—КТ502Е. Транзистор КТ829Г (VT2 на рис. 1) допустимо заменить транзистором той же серии с другим буквенным индексом или любым из серии КТ827. В последнем случае его монтируют отдельно и соединяют с платой отрезками многожильного провода, максимальный ток нагрузки при этом может достигать 15...18 А. Транзистор VT2 устанавливают на теплоотводе с площадью охлаждающей поверхности не менее 200 см^2. Все сильноточные соединения должны быть выполнены проводом соответствующего сечения (не менее 0,5 мм^2 на ампер).

Диод VD1 — любой из серий КД521, КД522. Стабилитрон VD2 — любой с напряжением стабилизации 4...6 В при токе 6...8 мА. Его можно не устанавливать, если подобрать сопротивление резисторов R5 и R6 так, чтобы при открытом транзисторе VT1 напряжение на входе 9 микросхемы DD2 находилось в указанных выше пределах при изменении напряжения питания стабилизатора от 18 до 25 В.

Микросхема КР1157ЕН602А (DA1 на рис. 1) заменима стабилизатором этой серии с индексом Б, а также микросхемой серии КР1157ЕН601, но у последней иная цоколевка ("Радио", 1999, № 2, с. 69), поэтому придется изменить рисунок печатной платы. Микросхему КР1040УД1 (DA2) можно заменить на КР1464УД1Р или на LM358 в корпусе DIP-8.

Микросхемы К561ЛА7 (DD1) и К561ИМ1 (DD2) блока индикации (см. рис. 3) можно заменить аналогичными из серии К176. Транзистор VT1 может быть любым из серии КТ972. Этот транзистор — составной с большим коэффициентом передачи тока базы. В случае отсутствия такого прибора его можно заменить парой транзисторов серии КТ315 (с индексами Б, Г, Е), соединенных по схеме Дарлингтона, или даже одним, подобрав его по коэффициенту передачи тока базы так, чтобы обеспечить требуемую яркость свечения индикатора HG1 без заметного нагревания транзистора. Светодиодные индикаторы HG1 и HG2 — любые 7-элементные одноразрядные с общим катодом, но при использовании индикаторов других серий может потребоваться изменение рисунка печатной платы.

Микросхема КР142ЕН5Б (DA1 на рис. 3) заменима стабилизатором этой серии с индексом Г, а также микросхемами КР1180ЕН6А, КР1180ЕН6Б, 7806, 78М06 (их цоколевки совпадают). Напряжение стабилизации этой микросхемы не должно быть меньше напряжения стабилизации микросхемы DA1 основного блока, чтобы напряжение на входах микросхем блока индикации DD1 и DD2 не превышало их напряжение питания. Допустимо питать основной блок от микросхемы DA1 блока индикации, соединив ее выход с плюсовым выводом конденсатора C2 на рис. 1 и исключив из основного блока элементы C1 и DA1. Но в этом случае точность уровней выходного напряжения будет ниже.

Устройство не требует налаживания, если использованы исправные детали и монтаж выполнен без ошибок. Однако его следует проверить для гарантии нормальной работы. Вначале проверяют основной блок без его соединения с входами блока индикации. Следует

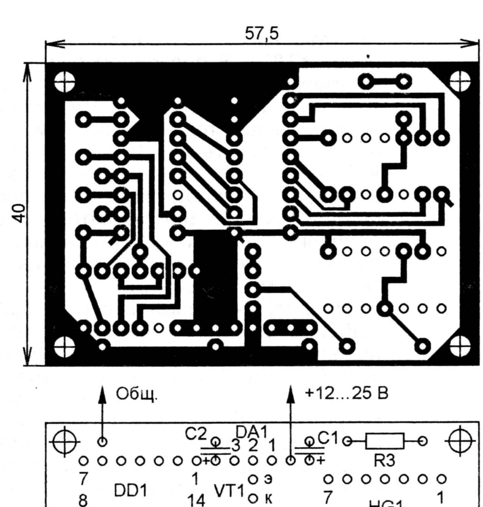


Рис. 4

убедиться в срабатывании токовой защиты. При замыкании коллектора и эмиттера транзистора VT1 выходное напряжение должно упасть до нуля. Затем подбирают резистор R14, чтобы установить требуемый порог срабатывания токовой защиты. Если напряжение стабилизации микросхемы DA1 отличается от 6 В, то выходные напряжения будут отличаться от расчетных. В этом случае корректируют сопротивление резистора R12 или R11. Необходимо также убедиться, что при нажатии на кнопку SB2 не происходит скачка выходного напряжения от 0 до 15 В. Частота генерации импульсов обратно пропорциональна произведению R4·C3. Изменить частоту можно, выбрав другие номиналы этих элементов.

Затем проверяют блок индикации, подключив его входы к выходам счетчика DD2. Изменяют выходное напряжение, измеряя его цифровым вольтметром. Число, отображаемое индикаторами, должно соответствовать показаниям вольтметра. Яркость свечения индикаторов можно изменить, подбирая резисторы R2 и R3.

Если подключить прецизионный резистор сопротивлением 3 кОм параллельно резистору R12 (см. рис. 1), то выходное напряжение будет изменяться от 0 до 7,5 В с шагом 0,5 В, а блок индикации — показывать его удвоенное значение. В этом случае для увеличения КПД напряжение питания предлагаемого устройства целесообразно уменьшить до 12...15 В.

Блок индикации использовать не обязательно, но при его отсутствии напряжение на выходе стабилизатора необходимо постоянно контролировать вольтметром.

Если нагрузка не выдерживает максимального выходного напряжения, необходимо соблюдать меры предосторожности, чтобы не повредить ее. Вначале включают стабилизатор без нагрузки и с помощью кнопок SB1 и SB2 устанавливают нужное выходное напряжение. Лишь затем подключают нагрузку. Повышать выходное напряжение кнопкой SB1 следует осторожно. Перед каждым нажатием на эту кнопку необходимо подсчитать новое значение напряжения и убедиться, что оно находится в допустимых пределах.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков

Блок питания на основе преобразователя напряжения для питания галогенных ламп

Н. ЯНГАЛИЕВ, г. Ташкент, Узбекистан

Сегодня широко распространены сетевые импульсные преобразователи напряжения, обычно используемые для питания галогенных ламп. Они собраны по простейшей автогенераторной полумостовой схеме с одним трансформатором и способны отдавать в нагрузку мощность десятки ватт. Их называют также "электронными трансформаторами", поскольку при гораздо меньших габаритах и массе они могут успешно заменять традиционные сетевые трансформаторы. Автор статьи проверил несколько преобразователей и убедился, что они весьма надежны и устойчивы к перегрузкам, могут быть легко разобраны и переделаны на другое выходное напряжение. Поэтому их можно рекомендовать как основу для построения блоков питания. Использование этих устройств позволяет достичь существенной экономии времени и средств.

Для установки в подвесные потолки и бытовые светильники широко применяют галогенные лампы с номинальным напряжением питания 12 или 24 В. Для них на рынке электробытовых приборов стран СНГ имеется большой выбор сетевых импульсных преобразователей напряжения с различной выходной мощностью. Несколько образцов таких преобразователей различного исполнения с выходным напряжением 12 В было испытано. На этикетке у них значилась выходная мощность 50 Вт, но их небольшие габариты и масса вызвали сомнение.

Однако проведенные испытания подтвердили эту информацию. Несмотря на простоту схемы и неаккуратно выполненный монтаж, все образцы показали удивительную живучесть. Поэтому, а еще благодаря малым габаритам и массе и, главное, низкой цене (в Ташкенте их можно купить меньше чем за 1,5 долл. США) их можно рекомендовать для применения в радиолюбительских конструкциях вместо понижающих сетевых трансформаторов. По самым приблизительным подсчетам, если купить все комплектующие отдельно, выйдет гораздо дороже, чем готовый преобразователь, не говоря уже о времени, которое нужно затратить на его монтаж и налаживание.

Преобразователи собраны на небольшой печатной плате, которая через изолирующую прокладку закреплена на

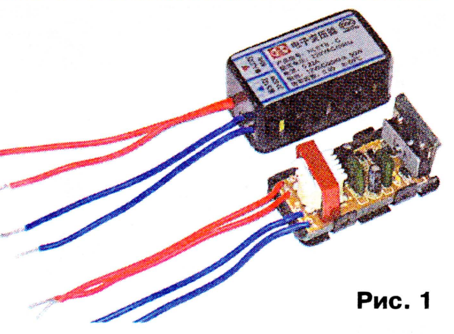


Рис. 1

металлическом основании. Транзисторы прижаты стальной планкой через ту же прокладку к отгибу основания. Сверху на основание защелкивается металлический кожух (**рис. 1**).

Все испытанные образцы были сделаны по одной принципиальной схеме и отличались только транзисторами и импульсным трансформатором. Как видно из схемы, показанной на **рис. 2**, это двухтактный автогенератор, собранный по полумостовой схеме. Выходное напряжение снимают с обмотки II. Частота генерации зависит от нагрузки и при ее мощности около 40 Вт приблизительно равна 30 кГц.

Преобразователь уверенно запускается, даже с максимальной нагрузкой, начиная с входного напряжения 90 В. Разумеется, выходное напряжение пропорционально входному. Усредненная по нескольким экземплярам нагрузочная характеристика показана на **рис. 3**. Характеристика получена по измерениям среднеквадратических значений напряжения и тока при подключенном сглаживающем конденсаторе C5 емкостью 20 мкФ на номинальное напряжение 400 В. Выходное напряжение линейно зависит от тока нагрузки. Благо-

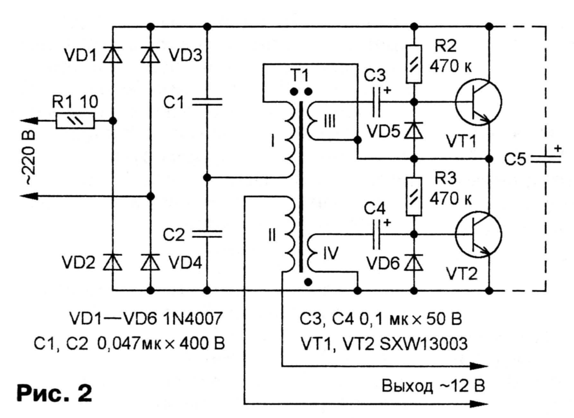


Рис. 2

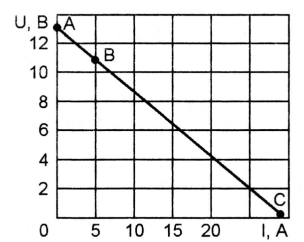


Рис. 3

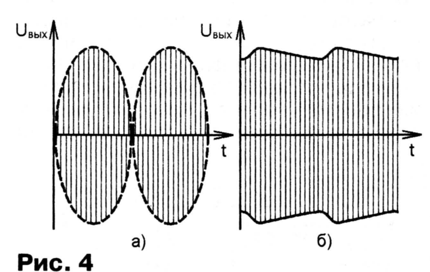


Рис. 4

даря этому ограничивается бросок тока в момент включения лампы, когда нить еще холодная и имеет очень низкое сопротивление. Это очень важно для увеличения ресурса работы ламп. Следует отметить, что большинство мультиметров (как цифровых, так и аналоговых) измеряют импульсное напряжение со значительной погрешностью. Поэтому для практических целей лучше измерять уже выпрямленное и сглаженное напряжение на нагрузке.

Эксплуатировать преобразователь нужно на участке А—В нагрузочной характеристики (рис. 3). При этом транзисторы Т1 и Т2 и импульсный трансформатор лишь слегка нагреты. При дальнейшем увеличении тока нагрузки они, конечно, начинают перегреваться. Как видно из графика (точка С), ток короткого замыкания устройства примерно равен 30 А. В этом режиме оно может находиться лишь несколько секунд, поскольку транзисторы очень быстро перегреваются, но при отключении нагрузки продолжают работать. Чаще, однако, успевает перегореть защитный резистор R1, выполняющий в этом случае функцию предохранителя. Так как на выход преобразователя приходит импульсное напряжение, для его выпрямления следует использовать быстродействующие диоды, например, HER301, SF52. Еще лучше — диоды Шотки с обратным напряжением не менее 30 В 1N5821, MBR340, так как падение напряжения на них меньше и, следовательно, рассеивается меньшая мощность. Можно также использовать отечественные диоды серий КД213 и КД257 с любым буквенным индексом. После выпрямителя устанавливают стабилизатор напряжения, в результате чего получается полноценный блок питания.

Преобразователь не содержит сглаживающего конденсатора С5 (его подключение на рис. 2 показано пунктиром), так как его применение необязательно для питания галогенной лампы. Но без него пульсации выходного напряжения с удвоенной частотой сети достигают 100 % амплитуды, как показано на **рис 4**,а. Чтобы их отфильтровать, после выпрямителя выходного напряжения необходим сглаживающий конденсатор емкостью не менее 1000 мкФ. Так как оксидный конденсатор недостаточно эффективен на ультразвуковых частотах, параллельно ему нужно подключить пленочный или керамический конденсатор емкостью не менее 1 мкФ. Этот конденсатор будет подавлять высокочастотные пульсации выходного напряжения, 'а оксидный — низкочастотные.

Лучше установить сглаживающий конденсатор С5 навесным монтажом в самом преобразователе. При нагрузке 40...50 Вт его емкость должна быть не менее 20 мкФ, а номинальное напряжение — 400 В. Можно установить два сглаживающих конденсатора одинаковой емкости не менее 40 мкФ на номинальное напряжение не менее 200 В, подключив каждый из них параллельно конденсаторам С1 и С2 (плюсовым выводом вверх по схеме). При этом выходное напряжение возрастет и примет вид, показанный на рис. 4,б.

Трансформатор Т1 выполнен на Ш-образном ферритовом магнитопроводе. Его можно беспрепятственно выпаять и разобрать, причем выходная обмотка II расположена поверх остальных, поэтому преобразователь легко переделать на другое выходное напряжение. Для этого нужно предварительно измерить выходное напряжение, затем, выпаяв и разобрав трансформатор Т1, аккуратно отмотать обмотку II, подсчитывая число витков. После этого нетрудно пересчитать число витков на новое напряжение. Собирая трансформатор, не следует наносить клей на торцы Ш-образных половин магнитопровода, чтобы не образовался немагнитный зазор. Лучше скрепить половины скотчем и склеить только снаружи. Если возникла необходимость переделать трансформатор, лучше выходную обмотку намотать из двух секций со средней точкой. При этом сечение провода может быть вдвое меньше, также уменьшится рассеиваемая выпрямителем мощность, так как в нем останутся только два диода. Удобно использовать сдвоенные диоды с общим катодом КД638АС или импортные диоды Шотки 12CTQ045, MBR1535CT.

При ремонте или модернизации преобразователей возникает проблема замены транзисторов SXW13003. Это аналоги транзисторов MJE13003, которые широко применяют в импульсных блоках питания и выпускают также под наименованием ST13003. Имеется российский аналог: КТ506А, КТ506Б, но эти транзисторы выпускают в другом корпусе, они имеют иную цоколевку и более высокую стоимость.

Редактор — М. Евсиков, графика — М. Евсиков, фото — автора

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-89-00

Частотный дискриминатор

В. ДЕМОНТОВИЧ, г. Киев, Украина

Устройство формирует на выходе сигнал в цифровом коде. Каждому из состояний — контролируемая частота находится в заданном интервале, частота ниже или выше — соответствует свой код. Входной сигнал может быть как синусоидальным ($U_{эфф}$ = 1,7...3,5 В), так и импульсным. Устройство может найти применение в связной аппаратуре, в системах автоматического управления и контроля.

Описываемый ниже узел — это результат практической доработки и уточнения дискриминатора, рассмотренного в [1]. Схема предлагаемого варианта узла изображена на **рис. 1**. Импульсы измеряемой частоты поступают на вход формирователя DD1.1, DD1.2, выполненного на триггерах Шмитта, и далее — на вход одновибратора DD2.1 с повторным запуском и одновременно на вход синхронизации С универсальных JK-триггеров DD3.1 и DD3.2.

Рис. 1

Работу устройства поясняют временные диаграммы сигналов в его характерных точках, показанные на **рис. 2**. По оси времени диаграммы разделены на три участка, отображающих три режима: "норма" — измеряемая частота находится в пределах заданного интервала, "ниже" и "выше" — она ушла за его пределы.

Вначале рассмотрим работу устройства в режиме "норма". Фронт сформированного входного импульса запускает одновибратор DD2.1 и одновременно устанавливает в единичное состояние триггер DD3.2. Для надежной установки триггера импульс с выхода одновибратора DD2.1 задерживается на время, значительно большее, чем время включения триггера, т. е. выполняется соотношение $t_{вкл} + t_{зад} > t_{вкл.\ триг}$. Задержку импульса обеспечивают два последовательно включенных элемента DD1.3, DD1.4. Она равна 40...50 нс [2].

Спад выходного импульса одновибратора DD2.1 запускает второй одновибратор DD2.2. Длительность импульса этого одновибратора такова, что он полностью заканчивается только после прихода очередного входного импульса измеряемой частоты, который устанавливает в единичное состояние триггер DD3.1. То есть, если частота входных импульсов в заданном интервале, оба триггера будут находиться в единичном состоянии, выходной код — 11.

Когда частота входных импульсов ниже заданного интервала, импульс, сформированный одновибратором DD2.2, будет заканчиваться раньше прихода следующего входного импульса измеряемой частоты и триггер DD3.1 окажется в нулевом состоянии. Поэтому в режиме "ниже" выходной код — 10.

Если же частота входных импульсов выше заданного интервала, одновибратор DD2.1 не успеет закончить формирование импульса до прихода следующего входного импульса измеряемой частоты и вновь запустится этим импульсом. Сигнала запуска второго одновибратора DD2.2 не будет. Этот же входной импульс установит в нулевое состояние оба триггера — DD3.1 и DD3.2. Код режима "выше" — 00.

Исходя из рассмотренной логики работы устройства, можно найти длительность импульсов, формируемых одновибраторами DD2.1, DD2.2. Длительность импульса одновибратора DD2.1 определена условиями:

$\tau_{G1} = T_{верхн} = 1/f_{верхн}$;

$\tau_{G1} = (0,3...0,4)$ R2C1.

Суммарная длительность импульсов одновибраторов DD2.1 и DD2.2:

$\tau_{G1} + \tau_{G2} = T_{нижн} = 1/f_{нижн}$;

$\tau_{G2} = (0,3...0,4)$ R4C2.

Дополнив устройство простым дешифратором, собранным по схеме на **рис. 3**, получим индикатор контроля положения частоты по отношению к границам заданного интервала.

Верхний предел контроля частоты ограничен временем задержки одновибраторов и равен нескольким мегагерцам.

Сопротивление резисторов R2, R4 можно варьировать от 5,1 до 82 кОм, емкость конденсаторов C1, C2 — от единиц до 1000 пФ.

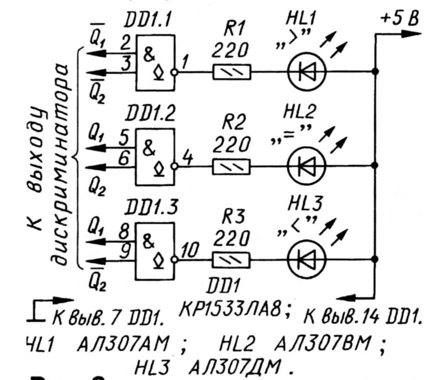


Рис. 3

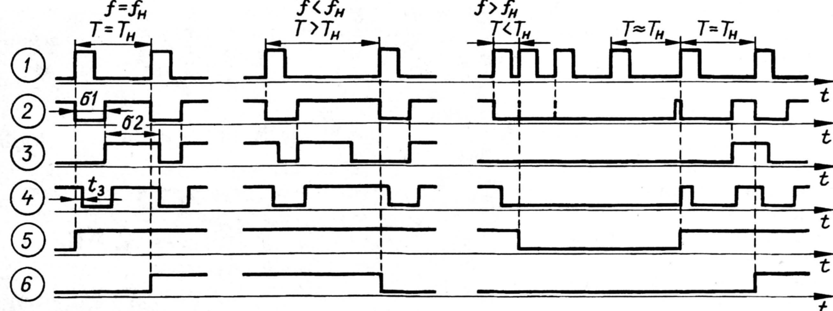


Рис. 2

Установку узла на заданный интервал контроля частоты можно выполнить в следующем порядке. На измерительном генераторе импульсов установить частоту, равную $f_{верхн}$ –5 %. Изменяя сопротивление резистора R2, добиться появления перепадов напряжения на грани срыва на прямом выходе триггера DD3.2, т. е. незначительное увеличение сопротивления должно приводить к переключению триггера в нулевое состояние. Установить на генераторе частоту, равную $f_{верхн}$, и проконтролировать нулевое состояние триггера DD3.2.

Установить на генераторе частоту, равную $f_{нижн}$+5 %. Изменяя сопротивление резистора R4, добиться появления перепадов напряжения на грани срыва на прямом выходе триггера DD3.1, т. е. при незначительном увеличении сопротивления триггер устанавливается в единичное состояние. Установить на генераторе частоту $f_{нижн}$ и убедиться, что триггер DD3.1 находится в состоянии 0.

ЛИТЕРАТУРА

1. Электроника, 1973, № 18, с. 56. — М.: Мир.

2. Логические ИС КР1533, КР1554. — М.: Бином, 1993.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Волоконно-оптические кабели

А. ЮШИН, г. Москва

Резко возросшие в последние годы потоки информации, которую необходимо передавать с одного объекта на другой, более или менее удаленный, вызывают к жизни новые средства передачи. Наиболее эффективными из них специалисты считают волоконно-оптические линии, имеющие самую высокую относительную пропускную способность в сравнении со всеми известными линиями связи.

Эта статья рассказывает об устройстве волоконно-оптических кабелей разного назначения, их параметрах, эксплуатационных особенностях, классификации и др. В рубрике "Справочный листок" этого номера журнала помещены основные технические характеристики волоконно-оптического кабеля нескольких марок.

Этот кабель, состоящий из набора прозрачных волокон—волноводов, служит для передачи сигналов в системе волоконно-оптической связи. Источником излучения, направляемого в кабель на передающей стороне, служат лазерные диоды или ИК излучатели, а приемниками сигналов — p-i-n или лавинные фотодиоды, имеющие малую инерционность.

Оптическое волокно представляет собой тонкий — диаметром 125 мкм — стержень круглого сечения, изготовленный из кварцевого стекла. Он состоит из сердцевины диаметром d_c с показателем преломления света n_1 и окружающей ее оболочки диаметром d_o с показателем преломления n_2, причем $n_1 >> n_2$. Излучение вводят в сердцевину волокна через его торец либо параллельно оси сердцевины, либо под небольшим углом к ней, меньшим некоторого критического значения. В этих случаях луч распространяется вдоль сердцевины вследствие эффекта полного внутреннего отражения, претерпевая лишь незначительные потери в ее материале (**рис. 1**).

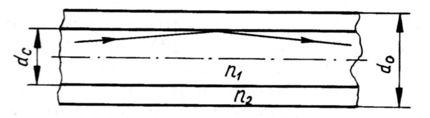


Рис. 1

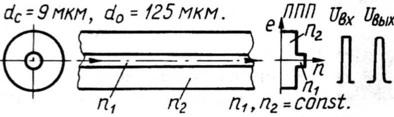


Рис. 2

Каждое волокно покрывают тонкой защитной пленкой, исключающей взаимное проникновение сигналов между волокнами, лежащими рядом. Жгут, составленный из некоторого числа волокон, окружают общей пластиковой оболочкой, все свободное пространство в которой заполняют специальным фиксирующим гелем. Эту довольно жесткую трубку называют модулем. Обычно кабель выполняют многомодульным, содержащим шесть и более модулей, но могут быть конструкции и с одним модулем.

В центре кабеля располагают несущий элемент — стеклопластиковый или стальной трос, вокруг которого обвивают с большим шагом модули. Для опознавания модулей при монтаже кабеля их выполняют разноцветными. В неполномодульном кабеле отсутствующие модули замещают пластиковыми гибкими стержнями — корделями. Снаружи эту сборку защищают полимерными оболочками, а внутренние межмодульные пространства заполняют гидрофобным гелем. Сверху на оболочку накладывают, если необходимо, броню из стальных лент или уложенных одна к другой проволок.

Оптоволоконные кабели, выпускаемые промышленными предприятиями, имеют конечную длину, обычно не превышающую 5 км. При строительстве магистральных линий связи отрезки кабеля (строительные длины) приходится сращивать.

Этот процесс довольно сложен. Сначала волокна освобождают от защитных покровов на длину от 0,5 до 1 м, оставляют только волокна, покрытые оболочкой разного цвета. Концы соединяемых волокон обрабатывают так, чтобы торцы были плоскими и перпендикулярными оси волокна. Выполняют эту операцию

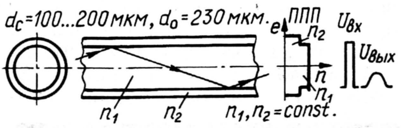


Рис. 3

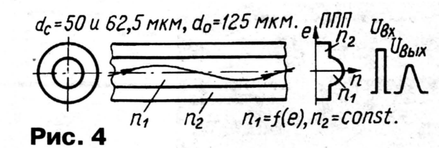


Рис. 4

с помощью специального аппарата — скалывателя.

Затем подготовленные концы фиксируют в зажимах другого аппарата — сварочного, точно сводят, добиваясь соосности, и сваривают. Аналогично сваривают все остальные волокна. Место сварок располагают в специальной муфте так, что концы кабеля оказываются прочно закрепленными в ней.

На конечных и промежуточных пунктах линии связи, где кабель подключают к электронной аппаратуре, его концы разделывают подобным же образом, каждое волокно помещают в защитную трубку и монтируют в оптический разъем.

Оптическое волокно изготовляют в двух конструктивных разновидностях — одномодовой и многомодовой. Стандартное одномодовое волокно имеет диаметр 125 мкм при диаметре сердцевины 9 мкм, т. е. диаметр световода соизмерим с длиной волны луча, поэтому по такому волокну может распространяться только один тип волны — одна мода (**рис. 2**). Профиль показателя преломления (ППП) имеет ступенчатую форму. Показатель преломления постоянен по всему поперечному сечению сердцевины и ступенчато уменьшается на границе с оболочкой (см. график ППП на рис. 2). В этом случае отсутствует межмодовая дисперсия, что позволяет передавать информацию со скоростью 2,5 Гбит/с и более на расстояние до 50 км без регенерации сигнала. Это наглядно показано сравнением формы импульса на входе линии и на ее выходе.

У многомодового волокна диаметр сердцевины может достигать 200 мкм (типовое значение для современных типов — 50 мкм), что определяет возможность распространения в нем большого числа типов волн — мод. Многомодовое волокно выпускают в двух исполнениях — со ступенчатым и градиентным профилями показателя преломления по его сечению.

Волокно со ступенчатым ППП может иметь диаметр сердцевины от 100 до 200 мкм. В таком волокне могут возбуждаться и распространяться до тысячи мод с различным распределением по его сечению и длине, разными оптическими траекториями и, следовательно, разными значениями времени распространения. Это приводит к появлению межмодовой дисперсии, в результате которой длительность импульса излучения увеличивается по мере прохождения его по волокну, а скорость передачи информации падает. Область применения волокон со ступенчатым ППП — короткие, до 1 км, линии связи со скоростью передачи информации до 100 Мбит/с при рабочей длине волны излучения около 0,85 мкм (**рис. 3**).

У многомодового оптоволокна с градиентным ППП значение этого параметра плавно изменяется от оси к краям сердцевины (ее типовой диаметр — до 62,5 мкм) по параболическому закону. Благодаря этому число мод, распространяющихся в такой сердцевине, значительно меньше. Соответственно уменьшается и дисперсия (**рис. 4**). Это позволяет применять такое волокно в линиях связи длиной до 5 км.

Важнейшие параметры оптоволоконной линии — погонное затухание волны (потери на распространение), измеряемое в децибелах/километр, и дисперсия в заданном спектральном интервале.

Дисперсию определяют как степень "уширения" импульса излучения по мере его прохождения по линии. Различают три вида дисперсии в оптическом волокне — межмодовый, хроматический и поляризационно-модовый.

В многомодовом волокне определяющей является межмодовая дисперсия, обусловленная большим числом совместно распространяющихся мод и различием времени их распространения. Она

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18

не зависит от длины волны излучения, поэтому дисперсионную характеристику многомодовых оптических волокон оценивают по информационной полосе пропускания, выражаемой произведением частоты на длину.

В стандартном одномодовом волокне наиболее выражена хроматическая дисперсия, причина которой кроется в зависимости скорости распространения волны от ее длины. Иначе говоря, уровень дисперсии зависит от типа источника излучения. Хроматическую дисперсию измеряют в пикосекундах, деленных на произведение длины волны в нанометрах на длину линии в километрах.

По характеру хроматической дисперсии одномодовые волокна делят на три типа — стандартное (наиболее распространенное), со смещенной нулевой дисперсией и со смещенной ненулевой дисперсией. У волокна со смещенной нулевой дисперсией ее абсолютный минимум выбором специальной формы ППП смещен на участок значений длины волны, соответствующий абсолютному минимуму потерь в волокне. Волокно со смещенной ненулевой дисперсией используют в системах со спектральным уплотнением каналов.

По областям применения в технике связи оптоволоконные кабели делят на магистральные, зоновые, городские, объектовые и монтажные. Магистральные кабели используют для организации связи на больших территориях, где длина линий может достигать нескольких тысяч километров. Как правило, пропускная способность таких кабелей весьма высока, поскольку они призваны обеспечивать связью большие регионы в течение длительного периода в условиях нарастающего потока информации. Погонное затухание магистрального кабеля должно быть минимальным, чтобы минимизировать требуемое число регенерационных пунктов, которые удорожают прокладку и эксплуатацию линий связи.

Зоновые кабели применяют внутри района или области в линиях связи длиной до тысячи километров. Требования к этим кабелям более умеренные, чем к магистральным. Городские кабели рассчитаны на связь в пределах города на расстоянии, не превышающем 200...300 км, а объектовые — внутри того или иного объекта — завода, сельскохозяйственного комбината, крупного судна и пр. при длине линии связи в сотни метров. И наконец, монтажные кабели обеспечивают межблочные соединения в крупных ЭВМ и другой аппаратуре.

В отдельный класс выделяют так называемые подвешиваемые кабели — в него могут входить кабели всех перечисленных классов, кроме, пожалуй, монтажных. Кабели этого класса предназначены для прокладки подвешиванием на столбах линий электропередач, на опорах контактной сети железных дорог, на элементах сооружений.

Для каждого из перечисленных классов кабелей подбирают оптимальный тип оптического волокна, необходимые элементы защиты (от воздействия окружающей среды и т. д.) и средства механического упрочнения.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Цифровые осциллографы с полосой пропускания 100 ГГц!

Компания LeCroy предлагает цифровые стробоскопические осциллографы серии WaveExpert 9000 и SDA 100G — самые высокочастотные осциллографы в мире с полосой пропускания 100 ГГц и работающие на основе технологии когерентных интервалов стробирования (КИС). Развертка КИС позволяет захватывать и отображать длинную последовательность входных данных без применения внешнего запуска по шаблону.

Осциллографы WaveExpert и SDA 100G построены по модульному принципу, что позволяет использовать совместно с этими осциллографами четыре различных модуля сбора информации. В осциллограф можно также устанавливать дополнительные модули генераторов сигналов.

Полоса пропускания 100 ГГц достигнута благодаря монолитной смесительной головке с использованием патентованной технологии нелинейной линии передачи (НЛЛП). Генерирование серии стробирующих импульсов с прямоугольной апертурой позволяет увеличить на 60 % эффективность стробирования, расширить полосу пропускания, снизить джиттер. Все предыдущие смесители имели форму апертуры, приближенную к гауссовской.

Пользовательский интерфейс осциллографов WaveExpert и SDA 100G также позволяет комбинировать и создавать свои собственные функции измерения.

Осциллографы WaveExpert и SDA 100G специально разработаны для решения прикладных задач отображения и анализа высокоскоростных сигналов, используемых сегодня.



WaveExpert и SDA 100G имеют возможность отображения и исследования высокоскоростных сигналов реального времени, таких как PCI Express, SAS, Fibre channel и FB-DIMM.

WaveExpert и SDA 100G предназначены для рефлектометрии, построения глазковых диаграмм и анализа по шаблону, анализа джиттера. Программное обеспечение осциллографа WaveExpert может производить анализ глазковых диаграмм и джиттера в соответствии с различными стандартами передачи данных. Осциллограф SDA 100G разработан специально для использования в системах последовательной передачи данных и имеет когерентную развертку, прекрасно подходящую для измерения всех параметров джиттера. В дополнение к двум основным блокам осциллографа существуют несколько дополнительных вставных модулей, предназначенных для измерения электрических или оптических сигналов. Модули преобразования электрических сигналов имеют полосы пропускания 20, 30, 50, 70 и 100 ГГц.

Осциллографы WaveExpert и SDA 100G включают полный комплект масок, предназначенных для исследования сигналов в кодах RZ и NRZ. Когерентная развертка обеспечивает быстрое тестирование по маскам — около 3 млн точек в секунду, что в 75 раз быстрее существующих на сегодняшний день технических решений.

Подробную информацию о приборе можно найти на сайте <**htp://www.lecroyscope.ru**>.

Система сигнализации для людей с ослабленным слухом

В. МИТРОФАНОВ, г. Москва

Чтобы обеспечить комфортную связь с окружающей средой людям с ограниченными слуховыми возможностями и преодолеть многие возникающие у них проблемы, предлагаемая система преобразует обычные в быту звуковые сигналы в световые или механические (вибрационные), что дает возможность правильно и своевременно на них прореагировать.

Система состоит из носимого или располагаемого в удобном месте приемника-сигнализатора (ПС) и нескольких (от одного до трех) передатчиков-преобразователей (ПП), которые устанавливают вблизи источников звуков, на которые необходимо немедленно прореагировать. Это могут быть дверной звонок, домофон, телефонный аппарат, кровать или коляска, в которой спит ребенок.

Находящийся рядом с источником звука ПП преобразует акустический сигнал в последовательность радиоимпульсов. Удаленный от него на расстояние до нескольких десятков метров ПС, приняв и расшифровав радиосигнал, привлекает к себе внимание, включив мигающую сигнальную лампу или механический вибратор. Какой из ПП сработал, можно узнать по цвету свечения имеющегося в ПС светодиода.

Основные характеристики ПП

Частота сигнала, МГц 433,92
Мощность, мВт 10
Число вариантов
адреса 256
кода 3
Напряжение питания, В 9
Потребляемый ток, мА
в дежурном режиме 3
во время передачи 15
Габаритные размеры, мм . .150×50×25
Масса, г 80

Схема ПП изображена на **рис. 1**. Переменная составляющая акустического сигнала, принятого электретным микрофоном BM1 (МКЭ-332), через конденсатор C2 поступает на неинвертирующий вход ОУ DA1.1. Резистором R3 можно плавно регулировать коэффициент усиления, изменяя таким образом акустическую чувствительность устройства. Конденсатор C5 ограничивает полосу пропускания микрофонного усилителя со стороны высоких частот. Резисторами R1 и R2 задан режим работы микрофона, а R5—R7 — режим ОУ DA1.1.

Через конденсатор C7 усиленный сигнал подан на детектор с удвоением напряжения на диодах VD1, VD2. На ОУ DA1.2 собран одновибратор. В исходном состоянии (в отсутствие акустического сигнала) постоянное напряжение на инвертирующем входе ОУ приблизительно 0,7 В — прямое падение напряжения на диодах VD1 и VD2, открытых током смещения, текущим через резистор R9. На неинвертирующем входе ОУ — нулевой потенциал. В результате напряжение на выходе ОУ близко к нулевому.

При достаточной громкости акустического сигнала напряжение на выходе детектора и инвертирующем входе ОУ станет отрицательным, одновибратор будет запущен и на его выходе некоторое время будет поддерживаться уровень, близкий к напряжению питания. Длительность сформированного одновибратором импульса зависит от постоянной времени цепи R11C10 и при указанных на схеме номиналах ее элементов равна приблизительно 1 с.

На время действия импульса будут открыты транзисторы VT1 и VT2, на передающий модуль TXH20 [1] поступит напряжение питания и он проработает заданное время, излучая с помощью антенны WA1 кодированный радиосигнал. Сигнализируя об этом, будет включен светодиод HL1. Благодаря диоду VD4 микрофонный усилитель на ОУ DA1.1 при работе передающего модуля заблокирован.

Передаваемый код состоит из адресной и информационной частей. Адрес задают, перерезая некоторые из восьми перемычек, специально предусмотренных на плате передающего модуля. Комбинация удаленных и сохраненных перемычек должна быть одинаковой во всех трех ПП и в ПС (в приемном модуле которого они тоже имеются). Только при этом условии ПС реагирует на сигналы каждого из входящих в систему ПП.

С помощью перемычек S1 и S2 задают информационные части кодов, по которым ПС отличает сигналы ПП друг от друга. Три ПП условно промаркированы красным (S1 в положении 3—2, S2 в положении 1—2), зеленым (S1 в положении 1—2, S2 в положении 3—2) и желтым (обе перемычки в положении 3—2) цветами.

В передатчике применены детали для поверхностного монтажа. Все постоянные резисторы типоразмера 1206, переменный R3 — A10kSL с логарифмической зависимостью сопротивления от угла поворота. Конденсаторы C1—C4, C9, C11 — оксидные алюминиевые диаметром 5 мм, остальные — керамические: C5 типоразмера 1206 с диэлектриком X7R на напряжение 50 В, C6 и C7 типоразмера 0805 с диэлектриком Y5V на 25 В, C8 типоразмера 1206 с диэлектриком Y5V на напряжение 50 В. Транзисторы и диоды в корпусах SOT-23.

Батарея GB1 — "Крона". Антенной служит отрезок изолированного многожильного провода длиной 165 мм, размещенный внутри корпуса ПП.

Основные характеристики ПС

Частота сигнала, МГц 433,92
Чувствительность, дБм . . . .–103
Число вариантов
адреса 256
кода 3
Напряжение питания, В 6
Потребляемый ток, мА
в дежурном режиме 10
во время световой вспышки . . .300
Частота вспышек, $мин^{-1}$ . . . . . . .60...90
Габаритные размеры, мм . .120×75×30
Масса, г 200

Схема ПС изображена на **рис. 2**. Радиосигнал, принятый антенной WA1 (такой же, как в передатчике), поступает на вход модуля RXH20 [1]. Результат декодирования сигнала отображают логические уровни на выходах D0 и D1 модуля. В исходном состоянии они оба низкие.

Предположим, принят сигнал "красного" ПП. В этом случае высокий уровень с выхода D0 через фильтр R4C2 поступит на вход повторителя на ОУ DA1.2 и будет включен красный кристалл двуцветного светодиода HL1. Если сработал "зеленый" ПП, высокий уровень будет установлен на выходе D1 модуля A1, а на выходе D0 он останется

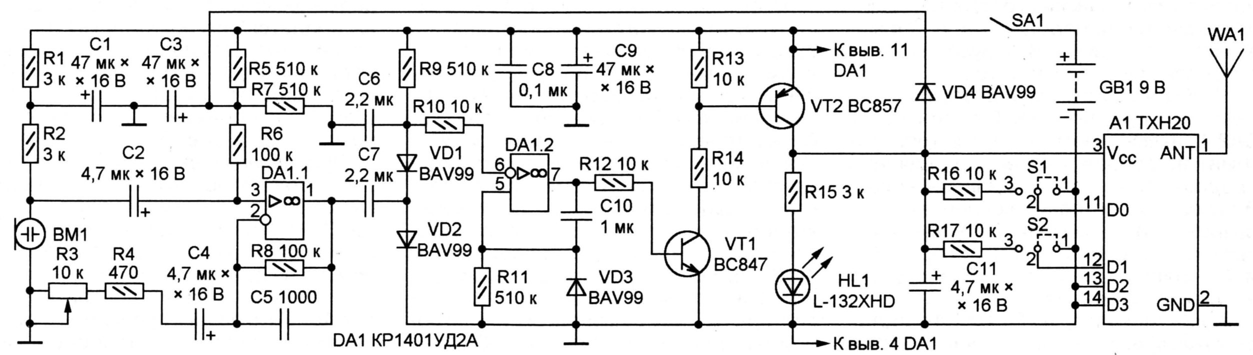


Рис. 1

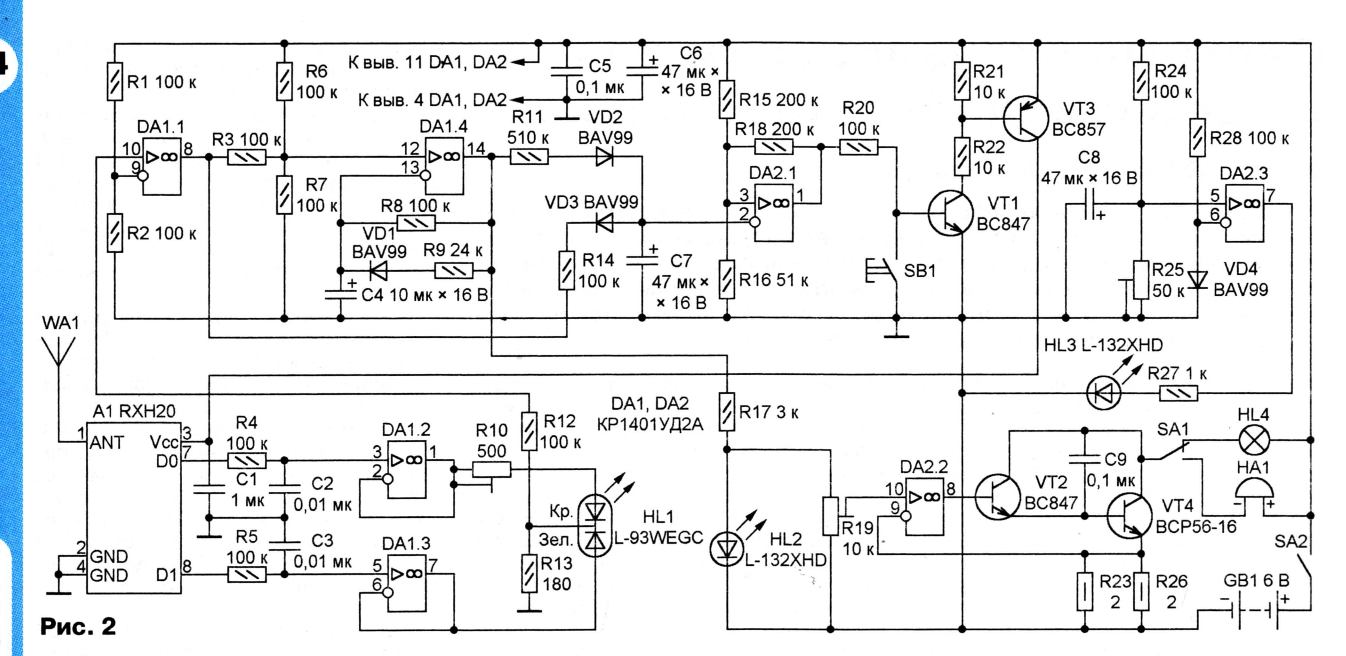


Рис. 2

низким. Будет включен зеленый кристалл светодиода HL1. И наконец, в ответ на сигнал "желтого" передатчика будут включены оба кристалла светодиода, его цвет станет желтым.

Падение напряжения на резисторе R13, вызванное током, протекающим через любой из кристаллов светодиода HL1, и приложенное к неинвертирующему входу компаратора на ОУ DA1.1, переведет последний в состояние с высоким уровнем на выходе. В результате заработает генератор импульсов на ОУ DA1.4. При указанных на схеме номиналах резисторов R8, R9 и конденсатора C4 длительность импульса — 200 мс, частота повторения — 1 Гц.

Светодиод HL2 служит индикатором работы генератора и одновременно ограничивает амплитуду импульсов, поступающих на управляющий вход стабилизатора тока на ОУ DA2.2 и транзисторах VT2, VT4. Сигнал обратной связи стабилизатора — падение напряжения на резисторах R23, R26. Переключателем SA1 в коллекторную цепь транзисторов можно включить сигнальную лампу накаливания HL4 или вибратор HA1. Яркость лампы или интенсивность вибрации устанавливают подстроечным резистором R19.

Модуль A1 запоминает последний принятый сигнал, состояние его выходов не изменяется после выключения передатчика. Если не принять мер, все индикаторы приемника останутся включенными на неопределенное время, в частности, лампа HL4 будет мигать, потребляя значительный ток.

Чтобы избежать излишнего расхода энергии аккумуляторной батареи, на ОУ DA2.1, включенном по схеме триггера Шмитта, собран таймер ограничения продолжительности подачи сигналов. В исходном состоянии конденсатор C7 разряжен и на выходе ОУ установлен высокий уровень. Транзисторы VT1 и VT3 открыты, на модуль A1 поступает напряжение питания.

Когда генератор на ОУ DA1.4 работает, каждый его импульс по цепи R11VD2 заряжает конденсатор C7. Приблизительно через 60 с напряжение на конденсаторе и инвертирующем входе ОУ DA2.1 превысит уровень на его неинвертирующем входе (около 1 В). В результате триггер Шмитта изменит состояние, транзисторы VT1 и VT3 будут закрыты, напряжение питания модуля A1 отключено.

При этом ток через оба кристалла светодиода HL1 прекратится и уровень напряжения на выходе ОУ DA1.1 станет низким, что приведет к быстрой разрядке конденсатора C7 по цепи R14VD3. В результате устройство возвратится в исходный режим с включенным питанием модуля A1 и низкими уровнями напряжения на его выходах. Чтобы перевести ПС в этот режим, не дожидаясь срабатывания таймера, достаточно кратковременно нажать на кнопку SB1.

На ОУ DA2.3 выполнен сигнализатор состояния источника питания приемника — батареи GB1 из пяти никель-кадмиевых аккумуляторов GP-AAAKC емкостью 300 мА·ч. При ее напряжении менее 5 В (порог устанавливают подстроечным резистором R25) светодиод HL3 будет включен, сигнализируя о необходимости подзарядить батарею. Если напряжение в норме, светодиод лишь кратковременно вспыхнет в момент замыкания контактов выключателя SA2. Длительность вспышки зависит от постоянной времени зарядки конденсатора C8.

Схема зарядного устройства для аккумуляторной батареи показана на **рис. 3**, где нумерация элементов продолжает начатую на предыдущем рисунке. Прямое падение напряжения на светодиоде HL5 — образцовое для стабилизатора тока на транзисторе VT5. Одновременно светодиод служит индикатором того, что на зарядное устройство подано напряжение, источником которого может служить любой "сетевой адаптер" с выходным напряжением 12 В, подключенный к разъему X1. При указанном на схеме номинале резистора R29 зарядный ток аккумуляторной батареи приблизительно 30 мА — 10 % численного значения ее емкости. При необходимости ток можно изменить, подобрав резистор.

В ПС применены детали для поверхностного монтажа, аналогичные использованным в ПП, а также подстроечные резисторы PVZ3A (старое название POZ3AN). И в ПП, и в ПС можно, конечно, использовать обычные элементы — транзисторы серий КТ3102, КТ3107, ди-

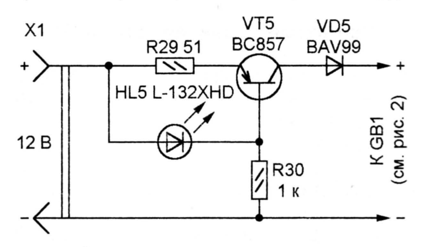


Рис. 3

оды серии КД522, резисторы МЛТ, конденсаторы КМ и К50-35, одноцветные светодиоды серии АЛ307, двухцветные АЛС331АМ, но габариты устройств существенно увеличатся.

Лампа накаливания HL4 — H10-03503 (3,5 В, 0,28 А для карманного фонаря); вибратор HA1 от мобильного телефона SAMSUNG (3 В, 0,3 А).

Радиочастотные модули TXH20 и RXH20 можно заменить более простыми и дешевыми TX20 и RX20 [1], не содержащими кодера и декодера. Эти узлы придется установить в ПП и ПС дополнительно. Проще всего воспользоваться микросхемами кодера HT12E [2] и декодера HT12D [3], подключив их по схемам, изображенным соответственно на **рис. 4** и **рис. 5**.

Приведенная здесь нумерация выводов соответствует микросхемам в корпусах SOP-20 для поверхностного монтажа. Одноименные выводы тех же микросхем в обычных корпусах DIP-18 имеют номера на единицу меньше. Показанные пунктирными линиями соединения входов A0—A7 с общим проводом — это перемычки, задающие адресную часть формируемого или принимаемого кода.

Как уже отмечалось, адреса всех кодеров и декодера должны быть одинаковыми.

Пригодны для использования в описанной системе и другие радиомодули диапазона 433 МГц. Например, передатчик RTQ1 и приемник RRS3 фирмы Telekontrolli [4]. Для совместной работы с ними рекомендуются кодер MC145026 и декодер MC145027 [5].

Узлы кодеров и декодеров можно собрать и на обычных микросхемах серии

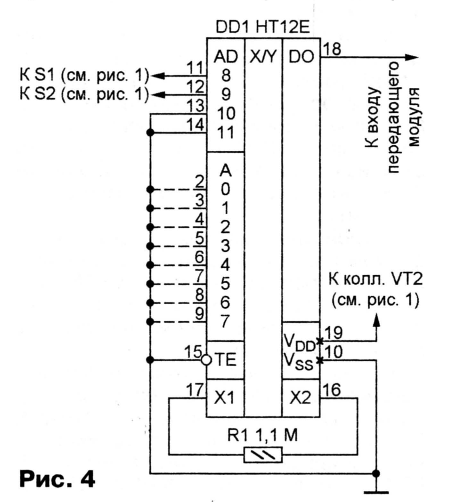


Рис. 4

К561, как это сделано, например, в [6] и [7]. Естественно, размеры ПП и ПС значительно возрастут.

Приступая к налаживанию системы сигнализации, не забудьте установить во всех передающих и приемном модулях одинаковые адресные коды. Налаживание начинают с ПП. В отсутствие акустических сигналов светодиод HL1 (см. рис. 1) не должен светиться при любом положении движка переменного резистора R3. Слегка постукивая по корпусу ПП, убедитесь, что светодиод каждый раз вспыхивает. Если он продолжает светиться по окончании постукивания, проверьте цепь диода VD4.

ПС можно проверять, располагая лишь одним работающим ПП. Для имитации работы каждого из трех передатчиков в нем придется переставлять перемычки S1 и S2. Начните с установки перемычек в положение, соответствующее "красному" ПП.

Убедитесь, что аккумуляторная батарея ПС заряжена, а переключателем SA1 (см. рис. 2) в нем включена световая сигнализация. В момент включения питания ПС светодиод HL3 должен дать кратковременную вспышку. Если ее нет или светодиод горит непрерывно, добейтесь нужного режима его работы резистором R25.

Постукивая по корпусу включенного ПП, убедитесь, что светодиод HL1 в ПС светится красным цветом, а лампа HL4 вспыхивает каждую секунду. Частоту и длительность вспышек можно изменять в широких пределах, подбирая номиналы резисторов R8, R9 и конденсатора C4.

Через минуту после приема сигнала светодиод и лампа должны погаснуть. Если это время существенно отличается от заданного, проверьте номиналы резисторов R11, R14—R16, R8 и конденсатора C7, исправность и правильность включения диодов VD2 и VD3. Индикация должна прекращаться и немедленно после нажатия на кнопку SB1.

Перемещая движок подстроечного резистора R19, установите желаемую яркость лампы. Импульсное значение тока, протекающего через нее, можно определить, измерив импульс напряжения на резисторах R23 и R26. В данном случае ток в амперах численно равен напряжению в вольтах.

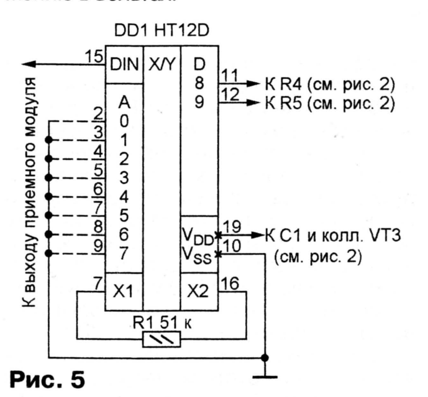


Рис. 5

Перемещая перемычки S1 и S2 (см. рис. 1) в положения, соответствующие зеленому, а затем желтому "цветам", и постукивая по корпусу ПП, убедитесь, что цвет свечения светодиода HL1 в ПС соответствует "цвету" ПП. Оттенок желтого отрегулируйте подстроечным резистором R10.

Для окончательной настройки индикатора состояния аккумуляторной батареи временно замените батарею регулируемым источником постоянного напряжения, на выходе которого установите 5 В. Включите ПС, предварительно переведя движок подстроечного резистора R25 в крайнее нижнее (по схеме) положение. Плавно перемещая движок вверх, остановитесь, как только светодиод HL3 будет включен. Изменяя напряжение в интервале 4...6 В, убедитесь, что светодиод включен, когда оно ниже 5 В, а выше этого значения — выключен.

С помощью регулируемого источника напряжения можно проверить и зарядное устройство (см. рис. 3). Изменяя поданное на разъем X1 напряжение от 9 до 15 В, убедитесь, что падение напряжения на резисторе R29 лишь незначительно отличается от 1,5 В и практически не зависит от входного напряжения.

Закончив налаживание, разместите "красный", "зеленый" и "желтый" ПП как можно ближе к соответствующим источникам звуковых сигналов. Чувствительность ПП (ее регулируют переменным резистором R3, см. рис. 1) должна быть лишь минимально достаточной для надежной фиксации сигналов. Слишком высокая приведет к частым ложным срабатываниям от посторонних звуков.

ПС можно носить в кармане или закрепить его, например, на поясе таким образом, чтобы были хорошо видны его световые сигналы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Модули приемников и передатчиков на 433,92 МГц. — <**http://www.smd.ru/katalog/moduli/**>.

2. HT12A/HT12E 2^{12} Series of Encoders. — <**http://www.holtek.com/pdf/consumer/2_12ev110.pdf** >.

3. HT12D/HT12F 2^{12} Series of Decoders. — <**http://www.holtek.com/pdf/consumer/2_12dv110.pdf** >.

4. **Ракович Н.** Микросхемы для передачи данных по радиоканалу. — Радио, 2002, № 12, с. 42—44.

5. Encoder and decoder pairs. — <**http://www.promelec.ru/pdf/mc145026.pdf**>.

6. **Кулешов С.** Шифраторы и дешифраторы систем телеуправления. — Радио, 2000, № 11, с. 46, 47.

7. **Мартемьянов А.** Шифратор и дешифратор для радиоканала охранной сигнализации. — Радио, 2002, № 10, с. 40—43.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Автомат — регулятор громкости сигналов телефонного аппарата

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Предлагаемое устройство автоматически понижает громкость звуковых сигналов телефона, если в месте его установки соблюдают тишину и повышают их громкость, если уровень бытового шума более установленного порога.

В любом телефонном аппарате (ТА) есть ручной регулятор громкости вызывных сигналов. Однако приемлемый уровень их громкости совершенно разный, если в помещении тишина (например, ночью), если оно заполнено беседующими людьми или в нем работает телевизор. По этой причине ручным регулятором пользуются либо очень часто, что приводит к его быстрому износу, либо вовсе не пользуются. Последнее чревато опасностью пропустить нужный звонок в зашумленном помещении или разбудить всю семью неожиданно громким ночным звонком.

Автоматический регулятор изменяет громкость сигналов ТА в зависимости от уровня акустического фона в помещении, не реагируя на звуки, подаваемые самим телефоном. Его можно установить в практически любой электронный аппарат, звуковые сигналы в котором подает встроенная динамическая головка и имеющий сетевой источник питания напряжением 5...9 В.

Схема автоматического регулятора показана на **рисунке**. В цепь динамической головки BA1 (принадлежность ТА) введен резистор R22, уменьшающий громкость сигнализации до приемлемого в тишине уровня. Пока автоматический регулятор не включен, резистор зашунтирован замкнутыми контактами выключателя SA1 и громкость сигналов остается такой, какой ее установили ручным регулятором ТА. Переводом выключателя в противоположное положение автомат включают, одновременно уменьшая громкость.

На ОУ DA1.2 собран усилитель сигнала электретного микрофона BM1, его коэффициент усиления равен отношению сопротивлений резисторов R10 и R5. Номинал резистора R2 подобран таким образом, что напряжение на плюсовом выводе микрофона и непосредственно соединенном с ним неинвертирующем входе ОУ равно приблизительно половине напряжения питания. Это позволило обойтись без разделительного конденсатора и резисторов смещения. По цепи R11C10 усиленный звуковой сигнал поступает на выпрямитель на германиевых диодах VD2 и VD4.

Как только звуковой фон достигнет уровня, при котором напряжение на конденсаторе C12 превысит 2,5...3 В, элементы DD1.2 и DD1.3 изменят состояние. Высокий логический уровень с выхода элемента DD1.3 зарядит конденсатор C16 приблизительно до 4,5 В. Транзисторы VT2 и VT3 будут открыты, и на обмотку реле K1 поступит напряжение. Геркон K1.1, замкнувшись, зашунтирует резистор R22. В результате громкость сигналов, подаваемых BA1, увеличится до установленной регулятором ТА.

Емкость конденсатора C12 выбрана таким образом, что микрофонный канал нечувствителен к коротким громким звукам, например, шагам или щелчкам дверных замков. При указанных на схеме номиналах резисторов R14, R16 и конденсатора C16 пониженная громкость сигналов ТА восстанавливается через 2...3 мин тишины в помещении.

Светящийся красным светодиод HL1 информирует, что автомат включен и громкость понижена. О том, что звуковые сигналы прозвучат с нормальной громкостью, сигнализирует зеленое свечение светодиода. Оно же может служить своеобразным призывом к соблюдению тишины.

Чтобы автомат не реагировал на звуковые сигналы самого ТА, предусмотрен узел блокировки на ОУ DA1.1, логических элементах DD1.1, DD1.4 и транзисторе VT1. В зависимости от устройства ТА левый по схеме вывод резистора R3 подключают к одному из выводов динамической головки BA1, к выходу УЗЧ аппарата или к входу его регулятора громкости.

Когда звучит сигнал, на выходе элемента DD1.4 установлен высокий логический уровень. Открывшийся полевой транзистор VT1 разряжает конденсатор C12. Низкий логический уровень с выхода элемента DD1.1, поступающий на один из входов элемента DD1.2, дополнительно блокирует работу микрофонного канала.

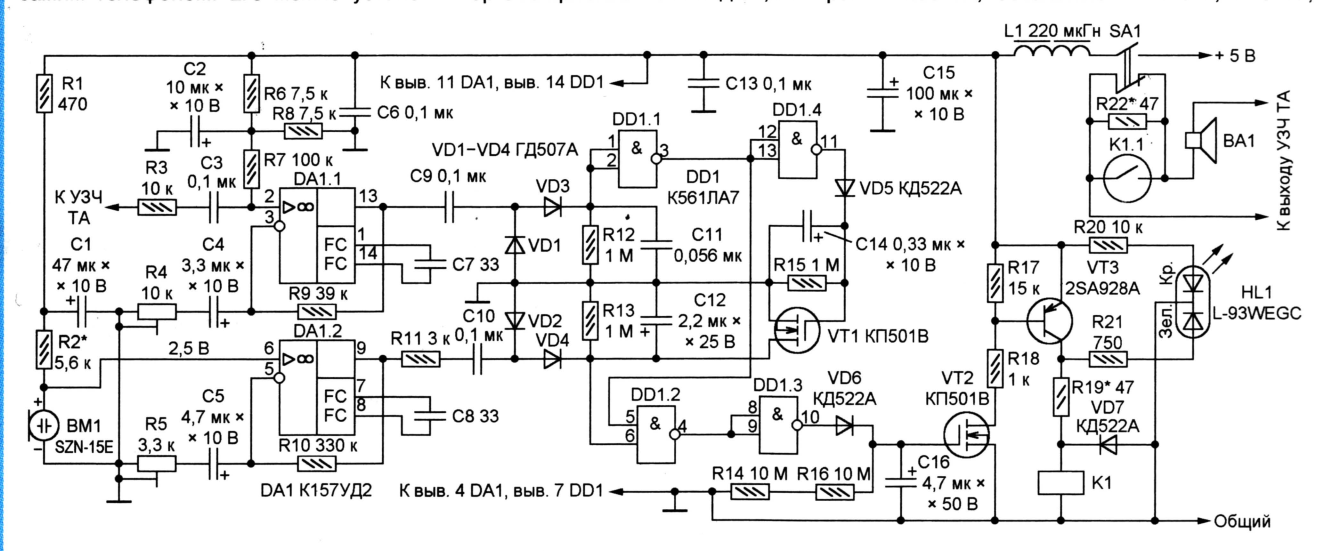
Устройство было смонтировано навесным способом на плате размерами 80×40 мм, размещенной внутри ТА, в отверстиях передней панели корпуса которого закреплены клеем выключатель SA1 и светодиод HL1.

При повторении автомата можно использовать постоянные резисторы любого типа, подстроечные — РП1-63М, СП3-38 или малогабаритные импортные, оксидные конденсаторы — К50-16, К53-1А, остальные — К10-7, К10-17, КМ-5, КМ-6. Диоды VD1—VD4 — точечные германиевые серий Д2, Д9, Д10, Д18, ГД511. Диоды VD5—VD7 заменяют любыми из серий КД503, КД510, КД521, 1N4148.

Двухцветный светодиод должен иметь раздельные выводы анодов. Кроме указанного на схеме, можно применить светодиод АЛС331АМ или импортный из серий L-59, L-119, L-239, L-799.

Транзисторы КП501В можно заменить аналогичными с другими индексами или применить вместо них микросхемы серий КР1014КТ1, К1014КТ1. Транзистор 2SA928A заменяют отечественными серий КТ3107, КТ502, КТ685, КТ6112.

Сдвоенный ОУ К157УД2 можно заменить аналогичными К157УД3, LM301, а микросхему К561ЛА7 — 564ЛА7, КР1561ЛА7, CD4011A. Электретный мик-



E-mail: mail@radio.ru тел. 208-28-38

рофон — МКЭ-377-1, МКЭ-84, МКЭ-389, WM-66D103, WM-52BM. Дроссель L1 — любой малогабаритный. Автор нашел подходящий в неисправном видеомагнитофоне "Электроника ВМ-18".

Реле K1 — герконовое РЭС55А исполнения РС4.569.600-10 с сопротивлением обмотки 320...440 Ом. Аналогичное реле можно изготовить самостоятельно, намотав на герконе КЭМ-2 или КЭМ-3 2600 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,07 мм.

Если напряжение питания 5 В окажется недостаточным для срабатывания реле, уменьшите сопротивление резистора R19. В крайнем случае, чтобы увеличить подаваемое на обмотку реле напряжение, можно подключить эмиттер транзистора VT3 и верхний (по схеме) вывод резистора R17 не так, как показано на рисунке, а к входу имеющегося в телефонном аппарате интегрального стабилизатора напряжения (микросхемы КР142ЕН5А, КР142ЕН5В, 7805 и им подобные). Можно увеличить до 9 В и напряжение питания всего автомата. В этом случае желательно включить последовательно с диодами VD5 и VD6 резисторы сопротивлением 47 Ом.

Не рекомендуется устанавливать подстроечным резистором R5 излишне высокую чувствительность микрофонного усилителя. Если вход канала блокировки подключен к выходу УЗЧ телефонного аппарата, движок резистора R4 должен находиться в среднем положении.

Подбирая резистор R22, добейтесь желаемой степени понижения громкости звука. Если в телефонном аппарате установлена динамическая головка сопротивлением 8 Ом, оптимальное сопротивление этого резистора находится в интервале 24...68 Ом, если 25...50 Ом, то 150...470 Ом.

Ток, потребляемый автоматом при сработавшем реле, не превышает 25 мА. Тем не менее при неисправностях в электросети, когда телефонный аппарат переходит на работу от резервного источника питания — батареи гальванических элементов или аккумуляторов, автомат лучше выключить. Если в результате подключения автомата установленный в ТА интегральный стабилизатор перегревается, необходимо увеличить размеры его теплоотвода.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Преобразователь напряжения для люминесцентной лампы

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Этот преобразователь можно использовать для питания люминесцентных ламп мощностью до 20 Вт от аккумулятора или другого автономного источника напряжением 6...12 В, например, в походных условиях. Его схема, подобная широко используемым во многих импортных портативных люминесцентных светильниках с батарейным питанием, показана на **рис. 1**.

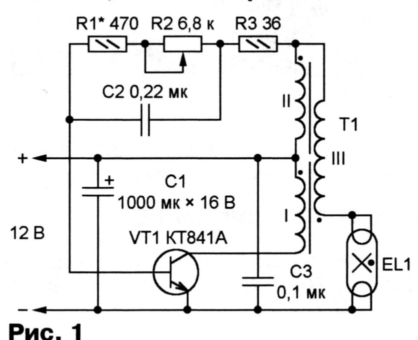


Рис. 1

Основа преобразователя — блокинг-генератор на транзисторе VT1 и трансформаторе T1 — формирует короткие импульсы частотой 30...40 кГц и амплитудой 400 В, которые поступают на люминесцентную лампу EL1. Благодаря высокой частоте импульсов и инерционности люминофора мигание лампы совершенно незаметно.

При регулировке частоты с помощью переменного резистора R2 длительность импульсов остается постоянной. Изменяется их скважность, а с ней — яркость свечения лампы. Чем большее сопротивление введено, тем ниже частота и больше скважность, меньше яркость лампы и ток, потребляемый от источника питания (например, автомобильного аккумулятора). Во время испытания преобразователя с лампой F13W ток был равен 70 мА при минимальной и 800 мА при максимальной яркости.

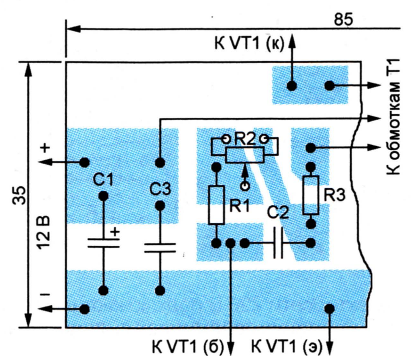


Рис. 2

Регулятор собран на односторонней печатной плате размерами 35×85 мм, фрагмент которой изображен на **рис. 2**. На остальной ее части находятся (приклеены или укреплены винтами) трансформатор T1 и транзистор VT1 с теплоотводом. Корпус переменного резистора R2 после пайки выводов также фиксируют клеем. Внешний вид смонтированной платы показан на **рис. 3**.

Ее помещают в корпус подходящего размера из изоляционного материала, выведя ось переменного резистора в отверстие на передней стенке. Лампу EL1 можно установить в стандартную или изготовленную самостоятельно из подручных материалов арматуру.

Вместо транзистора КТ841А можно применить КТ805А или КТ847А. Площадь теплоотвода должна составлять не менее 15 см^2.

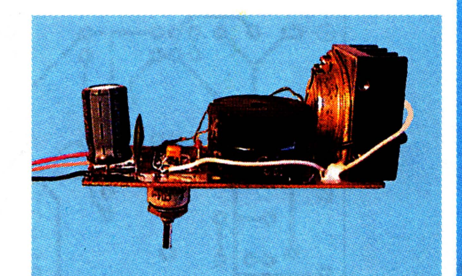


Рис. 3

Магнитопровод трансформатора T1 — броневой Б30 из феррита М1500НМ3. Он собран с немагнитным зазором 0,2...0,5 мм. Обмотка I — 24 витка ПЭВ-2 0,38...0,41 мм (в два провода), II — 7 витков такого же, но одиночного провода, III — 190 витков провода ПЭВ-2 0,18...0,2 мм. Последнюю надежно изолируют от других обмоток и магнитопровода лакотканью или изоляционной лентой.

К преобразователю можно подключать любые люминесцентные лампы мощностью 4...20 Вт, в том числе с перегоревшими нитями накаливания. Если мощность лампы менее 10 Вт, число витков обмотки III следует уменьшить.

Преобразователь сможет работать и при меньшем (вплоть до 6 В) напряжении питания, если число витков обмотки II уменьшить пропорционально напряжению. Однако его КПД заметно снижается, поэтому использовать лампы мощностью более 10 Вт в этом случае не рекомендуется.

При налаживании преобразователя резистор R1 подбирают таким образом, чтобы в правом (по схеме) положении движка переменного резистора R2 яркость свечения лампы субъективно воспринималась как номинальная, соответствующая ее подключению к сети по типовой схеме с "балластным" дросселем. Если перевод движка в противоположное положение уменьшает яркость недостаточно или чрезмерно, номинал переменного резистора следует соответственно увеличить или уменьшить.

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий, фото — автора

ТУШНОВ В. Стабилизатор частоты вращения коллекторного электродвигателя. — Радио, 2002, № 9, с. 42.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. На ней размещены все детали, кроме диодов VD1—VD5, тринистора VS1, конденсатора C1, резисторов R3, R12 и светодиода HL1. Плата рассчитана на применение постоянных резисторов МЛТ, подстроечных СП5-2, конденсаторов К50-35 (C2, C4, C5, C9), К73-17 (C7, C10) и КМ (остальные). Резисторы R2, R13, R26—R28 и стабилитрон VD11 устанавливают перпендикулярно плате.

РУСИН А. Выключатель освещения на ИК лучах. — Радио, 2004, № 2, с. 46, 47.

О трансформаторе Т1.

Для питания устройства пригоден любой понижающий трансформатор с напряжением вторичной обмотки 12...13 В при токе нагрузки до 100 мА. Удобно применить унифицированный трансформатор серии ТН, например, ТН1-127/220-50, ТН2-127/220-50, ТН30-127/220-50, ТН2-127/220-50М, ТН3-127/220-50М, ТН30-127/220-50М и т. п. Для получения напряжения 12,6 В используют соединенные последовательно обмотки 7—8 и 9—11 (выводы 8 и 9 соединяют перемычкой, а напряжение снимают с выводов 7 и 11).

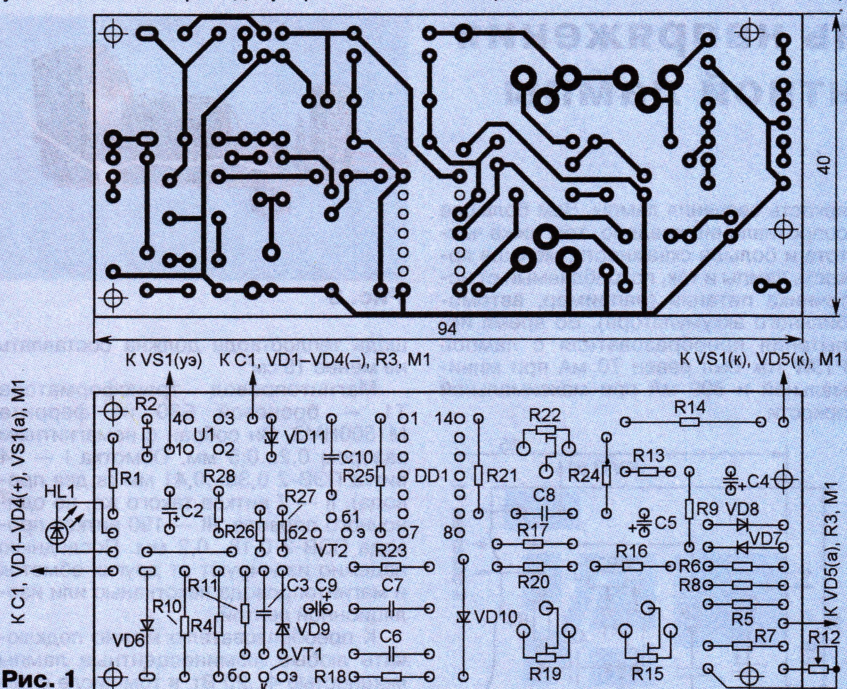


Рис. 1

ОЗОЛИН М. Дистанционное управление УКВ радиоприемником. — Радио, 2004, № 7, с. 23, 24.

Назначение кнопок на панели управления.

В **таблице** указаны номера программ и кнопок на панели управления, нажатием которых производится их выбор. Знак "+", соединяющий позиционные обозначения кнопок, означает, что соответствующая программа включается их одновременным нажатием.

Программа	Кнопка или кнопки, которые необходимо нажать
0	SB6
1	SB3
2	SB4
3	SB3+SB4
4	SB5
5	SB3+SB5
6	SB4+SB5
7	SB3+SB4+SB5

К электросети 220 В подключают выводы 1 и 5, соединив перемычкой выводы 2 и 4.

БУТОВ А. Автомат включения света. — Радио, 2004, № 9, с. 42.

Печатная плата.

Для сборки автомата можно использовать печатную плату, чертеж которой изображен на **рис. 2**. Резистор R2 — С3-13, остальные — МЛТ, конденсатор C1 — К73-17. Предусмотрено место для установки второго конденсатора этого типа (C1'), что позволяет при необходимости получить емкость, вдвое большую, чем указано на схеме, а наличие дополнительных площадок — использовать конденсаторы двух типоразмеров (с расстоянием между выводами 15 и 20 мм). Резисторы R1, R4, R5 и стабилитрон VD1 монтируют перпендикулярно плате. Коаксиальный кабель, идущий от датчика, закрепляют проволочной скобой, припаянной к экранирующей оплетке и к соответствующим

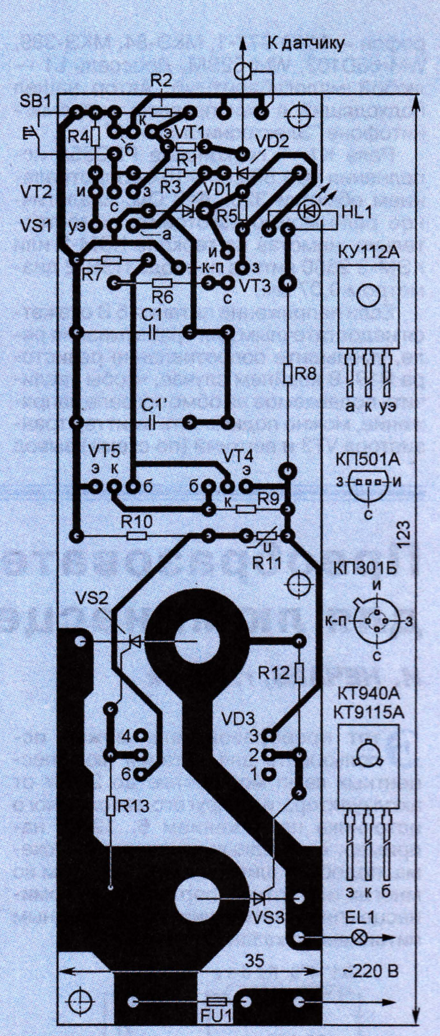


Рис. 2

контактным площадкам на плате, соединенным с общим проводом устройства.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

***ГРИЧКО В. Металлоискатель. — Радио, 2004, № 5, с. 53—55** (редактор — В. Поляков).*

Номинальное сопротивление переменного резистора R8 (см. схему на рис. 1 в статье) — 10 кОм.

***ЧИБЫШЕВ Д. Часы-будильник-термометр с ИК ДУ. — Радио, 2004, № 1, с. 26—28** (редактор — В. Фролов).*

Микросхема DA2 — MC34063 (а не MC34083, как указано на рис. 1 в статье).

***СЛЕПЧЕНКО В. Блок зажигания бензинового отопителя. — Радио, 2003, № 8, с. 47** (редактор — Л. Ломакин).*

Для получения указанных в статье длительности рабочего импульса и скважности необходимо на принципиальной схеме блока (см. рис. 1 в статье) поменять местами резисторы R2 и R3 либо изменить на обратную полярность включения диодов VD1 и VD2.

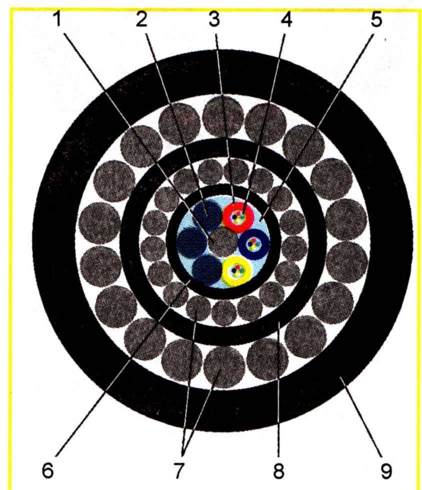
Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru
тел. 207-89-00

Волоконно-оптические кабели

Магистральный серии ОКЛК

Оптический кабель многомодульной конструкции высокой механической прочности серии ОКЛК предназначен для прокладки в грунтах, подверженных мерзлотным деформациям, и скальных, в шахтах, а также через болота и водные переходы. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 1**.



1 – несущий элемент;
2 – кордель;
3 – трубка модуля;
4 – оптические волокна в трубке, заполненной гелем;
5 – гель, заполняющий межмодульные промежутки;
6 – лавсановые ленты;
7 – броня (два повива стальных проволок);
8 – оболочка из полиэтилена;
9 – наружная оболочка из полиэтилена

Рис. 1

Кабели серии ОКЛК различных типономиналов могут содержать разное число оптических волокон таких типов, как одномодовое стандартное — 10 мкм/125 мкм (диаметр сердцевины/диаметр оболочки), одномодовое с ненулевой смещенной дисперсией — 10 мкм/125 мкм и многомодовое — 50 мкм/125 мкм и 62,5 мкм/125 мкм.

Наружный диаметр кабеля — 23,8 мм; удельная масса — 1325 кг/км. Строительная длина — от 1 до 6 км. Изготовитель — ЗАО "Самарская оптическая кабельная компания".

Основные технические характеристики

Число оптических волокон в кабеле . . . . .до 36
Число модулей . . . . .1—6
Число волокон в модуле . . . . .4—6
Коэффициент затухания одномодового волокна, дБ/км, на длине волны
1,31 мкм 0,34
1,55 мкм 0,2
1,625 мкм 0,25
Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм·км, на длине волны
1,31 мкм 3,5
1,55 мкм 18
Наибольшее допустимое растягивающее усилие, кН 80
Наибольшее допустимое раздавливающее усилие, кН/см 1
Минимальный допустимый радиус изгиба, мм 360
Срок службы, лет, не менее 25
Рабочий интервал температуры эксплуатации, °С . . .–40...+50
Температура при монтаже, °С, не ниже . . . .–10

Один из множества типов кабеля этой серии — ОКЛК-Н-01-6-36-10/125-0,36/0,22-3,5/18-80. Индекс Н указывает на то, что внешняя оболочка кабеля изготовлена из пластика, не распространяющего горения. Число 01 обозначает, что несущий элемент кабеля — неметаллический (чаще всего стеклопластиковый). Остальные числа — число модулей плюс корделей, число волокон, размеры волокна (диаметр сердцевины/диаметр оболочки), коэффициент затухания на длине волны 1,31 мкм/1,55 мкм, коэффициент хроматической дисперсии на тех же значениях длины волны, прочность на растяжение в килоньютонах.

Зоновый серии ДПТ

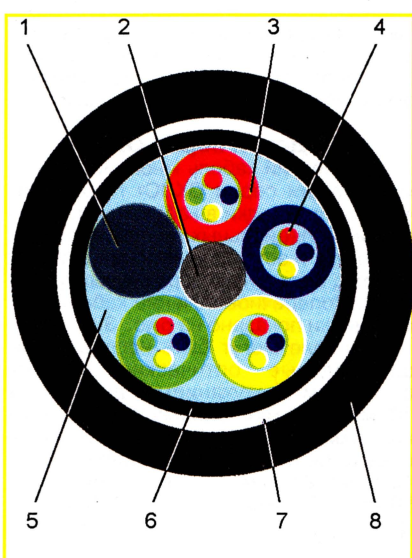
Оптический кабель многомодульной конструкции серии ДПТ с центральным несущим элементом можно подвешивать на опорах линий связи и контактной сети железных дорог или прокладывать в кабельной канализации, в блоках и трубах (допускает пневмометод), внутри зданий по стенам, в вертикальных и горизонтальных кабелепроводах и по кабельростам, в тоннелях и коллекторах при особо высоких требованиях по устойчивости к внешним электромагнитным воздействиям. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 2**.

В кабеле, в наименовании которого есть индекс Е, находятся волокна одномодовые стандартные с диаметром сердцевины 9,3 и 10 мкм; в кабеле с индексом С — одномодовые со смещенной дисперсией, 8,1 мкм; с индексом Н — одномодовые с ненулевой смещенной дисперсией, 9,5 мкм; с индексом М — многомодовые градиентные, 50 и 62,5 мкм.

Наружный диаметр — от 11,5 до 23 мм; удельная масса — от 108 до 414 кг/км. Строительная длина — от 1 до 4 км. Изготовитель — ЗАО "Севкабель—Оптик".

Основные технические характеристики

Число оптических волокон в кабеле . . . . .8—216
Число волокон в модуле . . . . . . .2—12
Число модулей в кабеле . . . . . . .4—18
Коэффициент затухания одномодового волокна, дБ/км, на длине волны
1,31 мкм 0,36
1,55 мкм 0,22



1 – кордель;
2 – несущий элемент;
3 – трубка модуля;
4 – оптические волокна в трубке, заполненной гелем;
5 – гель, заполняющий межмодульные промежутки;
6 – промежуточная оболочка из полиэтилена;
7 – повив из арамидных нитей;
8 – наружная оболочка из полиэтилена

Рис. 2

Коэффициент затухания многомодового градиентного волокна, дБ/км, на длине волны 1,31 мкм 0,7
Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм·км, для одномодового волокна стандартного на длине волны
1,285...1,33 мкм 3,5
1,525...1,575 мкм 18
со смещенной дисперсией на длине волны
1,525...1,575 мкм 3,5
с ненулевой смещенной дисперсией на длине волны 1,53...1,565 . . . . .1...6
Наибольшее допустимое растягивающее усилие, кН . .3,5...35
Наибольшее допустимое раздавливающее усилие, кН/см 0,5
Минимальный допустимый радиус изгиба, мм . . . . . .230...460
Стойкость к удару, Дж 30
Срок службы, лет, не менее 25
Рабочий интервал температуры эксплуатации, °С . . .–60...+70
Рабочий интервал температуры при прокладке, °С . .–10...+50

Одна из типовых конструкций кабеля этой серии носит наименование ДПТ-024Е-06-08-М2. В этом кабеле находятся 24 оптических волокна по шесть в каждом модуле. Число 08 указывает на число элементов в повиве модулей (или, говоря иначе, число модулей и корделей в кабеле). Иногда (по заказу потребителя) в кабель помещают несколько мед-

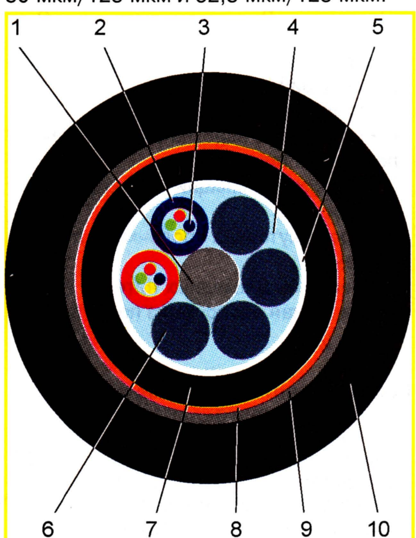
E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

ных изолированных проводников. Заключительный элемент обозначения — М2 — говорит о наличии в рассматриваемом кабеле двух таких проводников.

Городской серии ОКЛСт

Оптический кабель многомодульной конструкции серии ОКЛСт предназначен для прокладки в кабельной канализации, в специальных трубах, тоннелях, на мостах и эстакадах, а также в легких грунтах, в том числе зараженных грызунами. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 3**.

В кабеле могут быть использованы одномодовые оптические волокна с низким затуханием, диаметром 10 мкм/125 мкм (диаметр сердцевины/диаметр оболочки); одномодовые с ненулевой смещенной дисперсией, 10 мкм/125 мкм; многомодовые, 50 мкм/125 мкм и 62,5 мкм/125 мкм.



1 – несущий элемент;
2 – трубка модуля;
3 – оптические волокна в трубке, заполненной гелем;
4 – гель, заполняющий межмодульные промежутки;
5 – лавсановая лента;
6 – кордель;
7 – промежуточная оболочка из полиэтилена;
8 – водоблокирующая лента;
9 – броня (стальная гофрированная лента);
10 – наружная оболочка из полиэтилена

Рис. 3

Диаметр кабеля — от 12,9 до 17,3 мм, удельная масса — от 156 до 295 кг/км. Строительная длина — от 1 до 6 км. Изготовитель — ЗАО "Самарская оптическая кабельная компания".

Основные технические характеристики

Число оптических волокон в кабеле . . . . .до 48
Число волокон в модуле . . . . .4—8
Число модулей . . . . .до 6
Коэффициент затухания одномодового волокна, дБ/км, на длине волны
1,31 мкм 0,34
1,55 мкм 0,2
1,625 мкм 0,25
Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм·км, на длине волны
1,31 мкм 3,5
1,55 мкм 18
Наибольшее допустимое растягивающее усилие, кН . . . .1...3
Наибольшее допустимое раздавливающее усилие, кН/см 4
Минимальный допустимый радиус изгиба, мм . . . . . .190...255
Срок службы, лет, не менее 25
Рабочий интервал температуры эксплуатации, °С . . .–40...+50
Температура при монтаже, °С, не ниже . . . .–10

В качестве примера рассмотрим одну из конструкций оптического кабеля этой серии — ОКЛСт-Т-02-6-8-10/125-0,36/0,22-3,5/18-1,0. Кабель защищен стальной лентой (ЛСт). Индекс Т указывает на полиэтиленовую внешнюю оболочку, а число 02 — на то, что центральный несущий элемент выполнен из стали. Следующие две цифры — 6 и 8 — означают число элементов в повиве модулей и число оптических волокон в кабеле соответственно, а дробь 10/125 определяет размеры волокна — диаметр сердцевины/диаметр оболочки.

Следующие две дроби — 0,36/0,22 и 3,5/18 — указывают на максимальные значения коэффициентов затухания и хроматической дисперсии соответственно на длине волны 1,31 мкм/1,55 мкм. И, наконец, последний элемент обозначения — 1,0 — регламентирует допустимую растягивающую нагрузку (1 кН).

Объектовый серии ОККТЦ

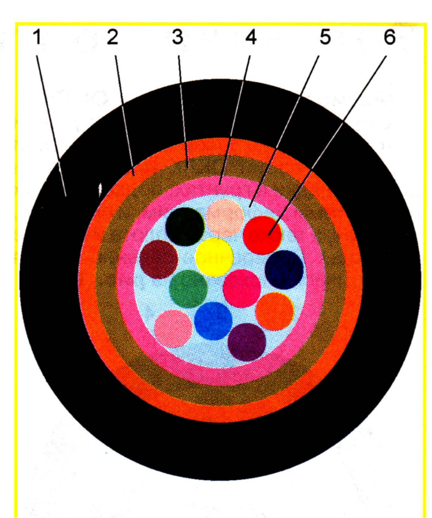
Оптические одномодульные кабели серии ОККТЦ предназначены для прокладки в пластмассовых трубах методом пневмозадувки. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 4**.

В кабеле группы ОККТЦ-10 использованы одномодовые стандартные волокна с диаметром сердцевины 10 мкм; в кабеле ОККТЦ-9,5 — одномодовое с ненулевой смещенной дисперсией, 9,5 мкм; в ОККТЦ-50 — многомодовое, 50 мкм; в ОККТЦ-62,5 — многомодовое, 62,5 мкм.

Наружный диаметр кабеля — от 10,4 до 12,6 мм. Удельная масса — от 87 до 129 кг/км. Строительная длина — не менее 6 км. Изготовитель ЗАО "Москабель—Фуджикура".

Основные технические характеристики

Число оптических волокон в кабеле . . . . .4—24
Коэффициент затухания одномодового волокна, дБ/км, на длине волны
1,31 мкм 0,35
1,55 мкм 0,22
Коэффициент затухания многомодового волокна, дБ/км 0,7



1 – наружная оболочка из полиэтилена;
2 – арамидные нити;
3 – промежуточная оболочка из полиэтилена;
4 – полимерная трубка модуля;
5 – гель, заполняющий пространство между волокнами;
6 – оптические волокна

Рис. 4

Наибольшее допустимое растягивающее усилие, кН 2,7
Наибольшее раздавливающее усилие, кН/см 0,7
Минимальный допустимый радиус изгиба, мм . . . . . .200...250
Срок службы, лет, не менее 25
Рабочий интервал температуры эксплуатации, °С . . .–40...+60

Типичным примером кабеля рассматриваемой серии может служить ОККТЦ-10-01-0,22-16-(2,7). Здесь 10 — диаметр сердцевины оптического волокна; 01 указывает на неметаллический (стеклопластиковый) несущий элемент кабеля; 0,22 — коэффициент затухания (в дБ/км) на длине волны 1,55 мкм; 16 — число волокон в кабеле; 2,7 — наибольшее допустимое растягивающее усилие (в кН).

Монтажные серии ОК-М

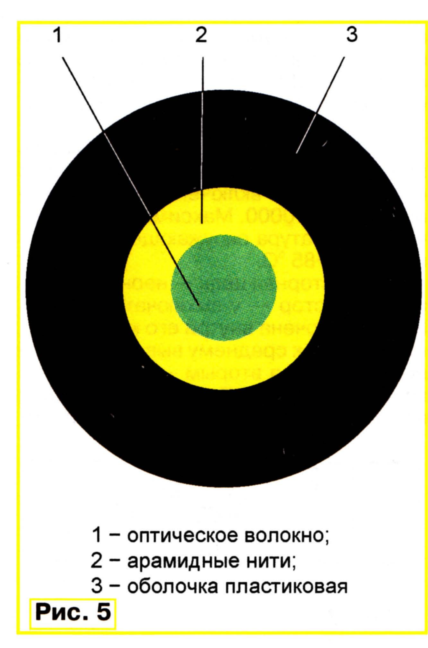
Оптический микрокабель серии ОК-М с упрочняющими арамидными нитями и одним волокном предназначен для прокладки внутри аппаратуры. Тип волокна — одномодовое или многомодовое. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 5**. Строительная длина и удельная масса этого кабеля техническими условиями не регламентированы.

Изготовитель — фирма "Электропровод", г. Москва.

Основные технические характеристики

Коэффициент затухания, дБ/км, на длине волны 1,31 мкм для волокна
одномодового 0,35
многомодового 0,7
Рабочий интервал температуры эксплуатации, °С . . .–10...+50

E-mail: mail@radio.ru тел. 207-88-18



1 – оптическое волокно;
2 – арамидные нити;
3 – оболочка пластиковая

Рис. 5

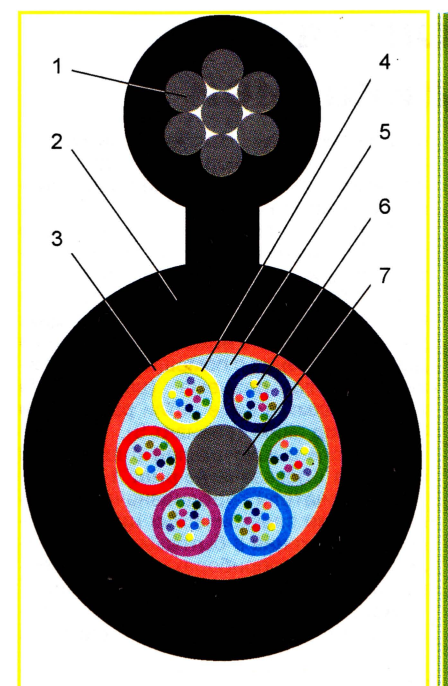
Как пример рассмотрим кабель ОК-М(0,9)-50-0,6-1. Этот миниатюрный (М) кабель имеет наружный диаметр 0,9 мм. Число 50 означает диаметр сердцевины волокна (в мкм); 0,6 — коэффициент затухания (дБ/км); 1 — число оптических волокон в кабеле.

Подвесные серии ОПД

Оптический кабель многомодульной конструкции серии ОПД с индексами Е, С, М5 или М6 с центральным силовым элементом в виде стержня из стеклопластика с внешним несущим элементом — стальным тросом в общей защитной оболочке из полиэтилена предназначен для подвески к опорам линий связи и электропитания. Поперечное сечение кабеля схематически показано на **рис. 6**.

В кабеле с индексом Е находятся одномодовые стандартные волокна; с индексом С — одномодовые с ненулевой смещенной дисперсией; с индексом М5 — многомодовые с сердцевиной диаметром 50 мкм и оболочкой диаметром 125 мкм; с индексом М6 — многомодовые 62,5 мкм/125 мкм.

Диаметр кабеля, удельная масса и строительная длина техническими условиями не оговариваются (выполняются по требованиям заказчика). Изготовитель — ООО "Еврокабель I", г. Щелково Московской обл.



1 – несущий элемент (стальной трос);
2 – наружная оболочка из полиэтилена;
3 – пластиковая оболочка, удерживающая гель;
4 – трубка модуля;
5 – гель, заполняющий межмодульные промежутки;
6 – оптические волокна в трубке, заполненной гелем;
7 – центральный несущий элемент

Рис. 6

Основные технические характеристики

Число оптических волокон в кабеле . . . . .2...288
Число модулей . . . . .до 6
Число волокон в модуле . . . . . . .2...48
Коэффициент затухания, дБ/км, для волокна
одномодового стандартного на длине волны
1,31 мкм 0,35
1,55 мкм 0,22
одномодового с ненулевой смещенной дисперсией на длине волны 1,55 мкм 0,25
многомодового на длине волны 1,31 мкм с соотношениями размеров волокна 50 мкм/125 мкм и 62,5 мкм/125 мкм 0,5
Коэффициент хроматической дисперсии, пс/нм·км, не более, для волокна одномодового стандартного (Е) на длине волны
1,31 мкм 3,5
1,55 мкм 18
одномодового с ненулевой смещенной дисперсией (С) на длине волны 1,55 мкм .1,3
Максимальное допустимое растягивающее усилие, кН . . .4...10
Рабочий интервал температуры при прокладке и эксплуатации, °С . . . .–60...+70

Типичным представителем этой серии может служить кабель ОПД-3×4Е-8. В этом кабеле три модуля по четыре одномодовых стандартных волокна в каждом и три корделя. Число 8 указывает на допустимое растягивающее усилие в килоньютонах.

Материал подготовил
А. ЮШИН

г. Москва

Редактор – Л. Ломакин, графика – Л. Ломакин

E-mail: mail@radio.ru
тел. 207-88-18

Клавишные выключатели со световой индикацией

Индикация положения клавиши этих коммутационных устройств выполнена на основе газонаполненных индикаторов тлеющего разряда. Выключатель состоит из корпуса, клавиши, индикатора, токоограничительного резистора и контактной системы.

Рис. 1

Корпус изготавливают из полиамидной пластмассы трех цветов — черного, белого и серого. Клавиша выполнена прозрачной, бесцветной или цветной. Под ней смонтирована миниатюрная неоновая лампа с токоограничительным резистором. Выключатель крепят на панель толщиной от 0,7 до 3 мм в прямоугольное отверстие и фиксируют защелками корпуса.

Контактная система — тумблерного типа. По коммутационным возможностям предусмотрены две модификации — 2П1Н и 2П2Н. По конструкции выводов выключатели выпускают в двух разновидностях: с ножевыми выводами для подключения с помощью специализированного разъема (вариант Т) и с выводами в виде петли размерами 3×3 мм под пайку (вариант S).

Чертежи выключателей с выводами варианта Т показаны на **рис. 1** и **2**.

Выключатели предназначены для коммутации электрических цепей сетевого напряжения в бытовых и промышленных электроприборах с одновременной индикацией положения клавиши.

Ассортимент выключателей и их технические характеристики сведены в **таблицу**. Каждому типономиналу соответствует несколько подтипов, указывающих на цвет окраски клавиши и цвет свечения. Так, для серии RA9 добавление к наименованию знаков -R-R означает цвет клавиши красный и цвет свечения красный; -O-Y — оранжевый и желто-оранжевый; -W-M — белый и зеленый. Для серии R59 то же: -B — красный и красный; -Y — желтый и желтый; -M — зеленый и зеленый.

Коммутационная износостойкость контактной системы выключателей (число циклов включено—выключено) превышает 10000. Максимальная рабочая температура окружающей среды — не менее +85 °С.

Индикаторная цепь — неоновая лампа и резистор — у выключателя серии RA9 подключена внутри его корпуса одним концом к среднему выводу контактной системы, а вторым — к одному из крайних (**рис. 3**). При подаче питания на нагрузку $R_н$ выключателем SA1 индикаторная цепь HL1R1 оказывается подключенной параллельно нагрузке — лампа зажигается.

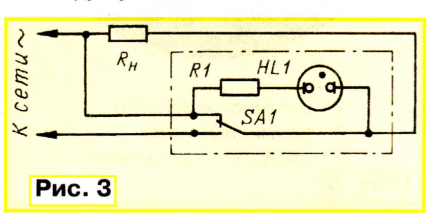


Рис. 3

У выключателя серии R59, содержащего две группы контактов на переключение, индикаторная цепь подключена к крайним одноименным контактам групп.

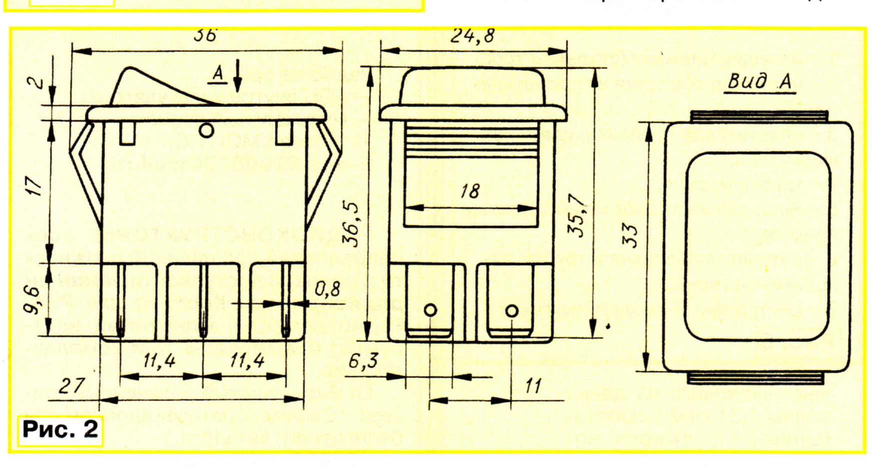


Рис. 2

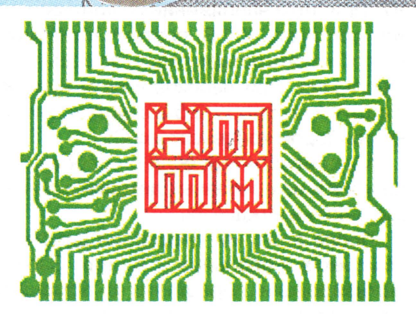
Рабочее наименование выключателя	Технические характеристики выключателей						Размеры монтажного отверстия, мм
	Напряжение, В	Рабочий ток*, А	Цвет корпуса	Фронтальные размеры клавиши, мм	Чертеж (номер рис.)	Коммутационная формула	
RA9-0-K	250	2	Черный	14,9×9,8	1	2П1Н	19,6×13
RA9-0-W			Белый				
RA9-0-G			Серый				
RA9-2-K		6	Черный				
RA9-2-W			Белый				
RA9-2-G			Серый				
R59-2-K	125/250	15/10	Черный	25×19,5	2	2П2Н	30,5×22,2
R59-2-W			Белый				
R59-2-G			Серый				
R59-5-K		20/15	Черный				
R59-5-W			Белый				
R59-5-G			Серый				

*Максимальное значение при указанном рабочем напряжении соответственно.

Материал подготовил
А. ЮШИН
г. Москва

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Молодежное творчество международного уровня



Движение научно-технического творчества молодежи (НТТМ) развивается сегодня в международном масштабе и поддержано ЮНЕСКО. Выставка НТТМ-2005 пройдет с 29 июня по 3 июля этого года на ВВЦ (павильон 57).

Экспозиция призвана дать посетителям и участникам выставки комплексное представление о разнообразии научно-технических интересов и достижений молодежи, познакомить с авторскими программами в сфере образования, научного и технического творчества. Научные, инженерные, творческие результаты молодых ученых будут представлены в четырех направлениях: естественные, технические, гуманитарные и социально-экономические науки. Стенды каждого научного проекта позволят авторам в полной мере раскрыть творческий замысел при защите своей работы перед Научным комитетом, продемонстрировать индивидуальность. Для участников и посетителей будет работать интернет-кафе.

НТТМ — блестящая возможность для молодых и талантливых людей показать себя, выразить свой замысел, свою уникальную идею. Выставка открывает молодые таланты России. НТТМ — это важнейший этап в реализации общей программы развития ВВЦ и создания в нем "Города науки и промышленности" — площадки для продвижения российской науки и техники, основы для коммерциализации наших передовых технологий. В этом проекте предполагается участие ведущих научно-промышленных центров, наукоградов, научных и учебных учреждений России. "Город науки и промышленности" с точки зрения инвестиций станет одним из самых привлекательных проектов ВВЦ.

Еще одной интересной темой в рамках реализации государственной молодежной политики на ВВЦ является сотрудничество с Международным движением научно-технического досуга молодежи (MILSET). В настоящее время идет активная работа по подготовке Всемирного молодежного конгресса (форума) в Чили "Молодежь и информационное общество". Проведение форума поддержано ООН и обеспечивает продолжение связей с ЮНЕСКО, установленных во время выставки ЭКСПО-Наука 2003 (ESI) в Москве на ВВЦ.

Мероприятия, подобные НТТМ, — это настоящий праздник для нашей молодежи. На время выставки территория ВВЦ превращается в город молодых ученых, где талантливые школьники и студенты могут в дружеской обстановке обменяться своим изобретательским опытом, познакомиться, подружиться и просто отдохнуть в красивом уголке Москвы, благо территория ВВЦ позволяет это сделать.

"Сегодня и всегда развитие инноваций в самых различных областях науки и техники является для нас первоочередной задачей. Чтобы страна развивалась и наращивала свой экономический и научный потенциал, чтобы "мозги не утекали за рубеж", нужно уделять особое внимание молодым, талантливым ученым и исследователям, предлагающим свои изобретения. Нужно поощрять молодые таланты и ценить их. Именно поэтому правительство Москвы всегда с особым вниманием относилось к организации ежегодной выставки НТТМ на ВВЦ". Такую высокую оценку выставке дал мэр Москвы Ю. Лужков на открытии НТТМ-2004.

Среди участников НТТМ-2005 также пройдет конкурс видеоматериалов о выставке, информация для которых будет собираться в первые два дня работы выставки. Будут номинированы "оригинальный короткометражный видеофильм", "репортаж с места события" и "информационный сюжет". Подведение итогов конкурса и награждение победителей пройдут в последний день работы выставки — 3 июля. Конкурс направлен на привлечение внимания профессионалов к творческой молодежи, предоставление учебной площадки для практической реализации творческих идей, подборки оригинальных видеоматериалов о работе выставки.

Работа по подготовке НТТМ-2005 началась заранее. Так в середине марта в г. Санкт-Петербурге состоялась первая Межрегиональная выставка исследовательских работ и научно-технического творчества учащейся молодежи и студентов СЗ федерального округа. Выставка стала первым мероприятием в формировании системы отбора лучших проектов для демонстрации на Всероссийской выставке НТТМ. Приветствия участникам экспозиции в Санкт-Петербурге направили министр образования и науки Российской Федерации А. А. Фурсенко и генеральный директор ОАО "ГАО ВВЦ" М. Х. Мусаев. В выставке приняли участие 176 учащихся школ, лицеев, студентов вузов из восьми регионов России. Научный комитет в составе представителей профессорско-преподавательского состава вузов Санкт–Петербурга и Ленинградской области провел экспертизу более 60 представленных проектов. Критериями оценки стали новизна, актуальность и доступность изложения выбранной темы, глубина проработки, научная содержательность. Сертификаты на участие в выставке НТТМ–2005 получили девять человек.

Оргкомитет НТТМ-2005 приглашает всех заинтересовавшихся выставкой посетить мероприятие и увидеть собственными глазами достижения молодых ученых и изобретателей.

Кружок радиоконструирования Генической райСЮТ

В. СОЛОНЕНКО, г. Геническ, Украина

Окончание. Начало см. в "Радио", 2005, № 4

Передатчик

Он должен быть сравнительно портативен, обладать большой выходной мощностью и высокой надежностью в работе. В результате анализа различных схем было решено использовать генератор с ударным возбуждением (**рис. 6**). Его основу составляет мультивибратор на транзисторах VT4, VT5 разной структуры, нагруженный через катушку связи L2 на колебательный контур L1C3. В контуре возникают колебания, близкие к синусоидальным, частота которых зависит от параметров контура.

Рис. 6

Для работы передатчика в режиме радиомаяка используется мультивибратор, выполненный на транзисторах VT1—VT3 и нагруженный на электромагнитное реле K1. Его контакты K1.1, включенные параллельно кнопке SB1, при замкнутых контактах выключателя SA1 периодически включают и выключают передатчик. Длительность импульсов мультивибратора можно регулировать переменным резистором R3.

Когда передатчик нужно включать вручную, пользуются кнопочным выключателем SB1. Конечно, в обоих режимах должно быть подано питание выключателем SA2. Потребляемый передатчиком ток в ручном режиме не превышает 450 мА, в автоматическом режиме он несколько меньше. В любом варианте дальность действия комплекта (передатчик — приемник) достигает 40 м.

В передатчике могут быть использованы резисторы и конденсаторы C1, C2, C4 любых типов. Конденсатор C3 составлен из шести параллельно соединенных конденсаторов КСО емкостью по 5100 пФ на напряжение 500 В (для удобства настройки колебательного контура), но подойдут и конденсаторы марки К73-17 на напряжение 630 В. Транзисторы VT1—VT3 — любые из серий МП39—МП42, VT4 — любой из серий МП36—МП38, а VT5 — любой из серий П216, П217. Этот транзистор устанавливают на теплоотвод площадью не менее 100 см^2. Диод VD1 — любой из серии Д9 или другой аналогичный. Реле может быть любым (желательно малых габаритов) с током срабатывания до 40 мА при напряжении до 12 В. Батарея питания составлена из девяти последовательно соединенных элементов 373. Выключатели SA1, SA2 — тумблеры ТП1-2, кнопка SB1 — КМ-1.

Ферритовый стержень магнитной антенны WA1 склеен из пяти отрезков феррита НМ2000 от сердечников трансформаторов ТВС-110 общей длиной 330 мм. От П-образного сердечника используется длинная горизонтальная часть. Выступающие части надпиливают надфилем и обламывают. Для увеличения прочности боковые части стержня оклеивают пластмассовыми полосками. По краям стержня приклеивают щечки, которые образуют каркас для намотки катушек. Вначале наматывают катушку L1, содержащую 600 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,38 мм. Через каждые 100 витков прокладывают трансформаторную бумагу. Такой же бумагой обертывают намотанную катушку и сверху наматывают катушку L2 — 10 витков ПЭВ-2 диаметром 0,8 мм.

Детали передатчика можно разместить в любом подходящем по габаритам корпусе (например, показанном на **рис. 7**). Естественно, большую часть деталей монтируют на печатной плате. При размещении деталей внутри корпуса магнитную антенну следует удалить от элементов батареи питания на расстояние не менее 70 мм.



Рис. 7

Налаживание генератора передатчика сводится к установке потребляемого тока примерно 450 мА подбором резистора R7. При этом напряжение на контуре может достигать 400 В, поэтому необходимо соблюдать осторожность во время налаживания. При необходимости нужную частоту генератора (3,5 кГц) устанавливают подбором конденсатора C3.

Мультивибратор, если он собран без ошибок и из исправных деталей, в налаживании не нуждается.

После этого мы проверяли действие комплекта в реальных условиях. Загерметизировали передатчик с помощью двух полиэтиленовых пакетов, такую же герметизацию применили для приемника, но предварительно удлинили провода, подходящие к пьезоизлучателю. Расположив передатчик и приемник на расстоянии примерно 10 м, опускали их в воду, сначала речную, а затем морскую, контролируя по звуку прохождение сигнала. Передатчик работал при этом в автоматическом режиме. Слышимость сигнала была хорошей даже на глубине 5 м. Поэтому вывод напрашивался сам: аквалангист может пользоваться приемником для ориентации нахождения относительно передатчика. Конечно, загерметизировав пьезоизлучатель и надев его на ухо с помощью заушины.

Индикатор удаления

Возможно, звуковая индикация окажется неудобной. Тогда можно воспользоваться световой, добавив к приемнику светодиодный индикатор уровня сигнала (**рис. 8**). Он позволит определить не только направление на передатчик, но и приблизительное расстояние до него.

Поскольку сигнал передатчика с изменением расстояния до него убывает нелинейно, потребовался индикатор, у которого можно было бы регулировать порог зажигания каждого светодиода независимо от других. После серии экспериментов с различными пороговыми устройствами решили остановиться на компараторе на основе операционного усилителя.

Индикатор удаления работает так. Передатчик, включенный в автоматический режим, работает как радиомаяк. Положе-

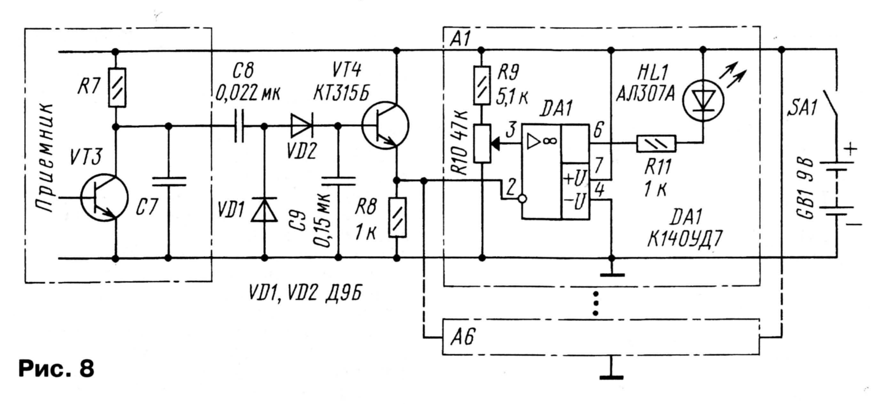


Рис. 8

ние его в пространстве не меняется, поэтому, используя направленные свойства магнитной антенны, можно по максимуму мигающих светодиодов при повороте приемника определить направление на передатчик, а по числу мигающих светодиодов — расстояние до него. Переключив передатчик в ручной режим, его кнопкой SB1 передают условные сигналы, которые в приемнике регистрируются зажиганием светодиодов. В качестве кода допустимо использовать "веревочный" код, которым пользуются аквалангисты.

Рассмотрим работу устройства по принципиальной схеме. Приемная часть — та же, что и в приемнике со звуковой сигнализацией. Принятый и усиленный приемником сигнал снимается с резистора нагрузки R7 последнего каскада и поступает через конденсатор C8 на диодный детектор, собранный на диодах VD1, VD2 по схеме удвоения. Выпрямленное напряжение заряжает конденсатор C9, в результате чего открывается транзистор VT4, включенный по схеме с общим коллектором. На резисторе R8 выделяется напряжение, которое поступает на инверсные входы операционных усилителей (ОУ) ячеек A1—A6.

Поскольку все ячейки одинаковые, достаточно рассмотреть работу одной из них — A1. Итак, на инверсный вход (вывод 2) ОУ DA1 поступило напряжение с резистора R8. На неинверсном входе (вывод 3) с помощью делителя R9R10 устанавливается напряжение порога срабатывания компаратора. Как только напряжение на инверсном входе превысит напряжение на неинверсном, установленное переменным резистором R10, зажжется светодиод HL1. Резистор R11 ограничивает ток через светодиод.

Резисторы и конденсаторы, как и в предыдущих конструкциях, могут быть любого типа. Транзистор допустимо применить любой из серий КТ315, КТ3102, диоды — любые из серии Д9 или другие аналогичные, ОУ, кроме указанного на схеме, — К140УД6. Выключатель SA1 — любого типа. Батарея GB1 составлена из семи аккумуляторов Д-0,26, соединенных последовательно.

Детали индикатора размещают внутри школьного пенала (см. рис. 5). Магнитную антенну приемника и батарею питания располагают у противоположных стенок корпуса, а между ними — платы приемника и светодиодного индикатора.

Налаживание индикатора начинают с того, что при выключенном передатчике в нижней по схеме ячейке устанавливают минимальный порог срабатывания компаратора, близкий к зажиганию светодиода от собственных шумов приемника. Затем, включив передатчик и ориентируя антенны приемника и передатчика торцом в торец, удаляются на максимальное расстояние, при котором светодиод перестанет зажигаться. Полученное расстояние, в нашем случае оно составило 36 м, делим на число ячеек. Получаем расстояние 6 м, через которое необходимо установить пороги зажигания остальных ячеек. Для этого нужно приблизиться к передатчику на первую "шестиметровку" и установить порог зажигания светодиода HL5, затем — еще на одну "шестиметровку" и добиться зажигания HL4 и т.д.

Заключение

Следуя принципу личного интереса, первым в кружке индукционной связью занялся Евгений Алешин. Обладая пытливым умом и умелыми руками, он сконструировал серию управляемых моделей, экспериментируя с различными электронными устройствами и антеннами. По стопам Евгения пошел Николай Коноплено — автор конструкции передатчика. Приемник для подводной связи сконструировал Тимофей Лебедев, а индикатор удаления — Александр Гапиенко.

Эти работы были призерами на многих конкурсах и выставках. Сегодня опытно-конструкторская деятельность по исследованию возможностей индукционной связи и изготовлению разнообразных устройств с ее применением продолжается.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Необычный ЖК индикатор

С. РЮМИК, г. Чернигов, Украина

В предлагаемых конструкциях вместо дорогого и сложного ЖК индикатора установлены дешевые наручные электронные часы.

Когда возникает необходимость в экономичном индикаторе, обычно применяют многоразрядные ЖКИ или буквенно-цифровые ЖК дисплеи. Для первых требуется много линий управления, вторые дорого стоят.

Иногда ЖК индикатором вполне могут стать... дешевые электронные наручные часы "Montana" со встроенным секундомером. Как известно, такими часами управляют с помощью кнопок. Нажатие каждой из них соединяет определенную цепь электронного блока часов с плюсовым выводом гальванического элемента питания.

Если подключить к цепям управления микроконтроллер (МК), можно по заложенной в него программе управлять часами. Например, запускать и останавливать секундомер таким образом, чтобы его показания соответствовали числу, которое необходимо вывести на индикатор. При этом полностью сохраняются функции часов, календаря и звукового сопровождения. В качестве примера рассмотрим два устройства с часами-ЖКИ.

Счетчик числа посещений, собранный по схеме, изображенной на **рис. 1**, определяет, сколько раз открывали входную дверь, оборудованную датчиком из геркона SF1 и постоянного магнита. Работа МК DD1 синхронизирована кварцевым резонатором ZQ1 частотой 4 МГц. Датчик подключен к соединенным параллельно (для увеличения тока через геркон) входным линиям P3.2—P3.4 МК. Часами-индикатором PT1 управляет сигнал с выхода P1.0.

Часы питает встроенный гальванический элемент, а МК — любой источник постоянного напряжения 3...5 В. Импульс тока зарядки конденсатора C2 при включении питания обеспечивает установку МК в исходное состояние. Конденсаторы C1, C5 повышают помехоустойчивость устройства. Кнопки SB1—SB3 дублируют кнопки часов.

Перед началом работы счетчика нажмите кнопку SB3. Часы перейдут в режим секундомера. При необходимости с помощью кнопки SB2 обнулите табло. Если дверь закрыта, геркон замкнут под действием поля находящегося рядом с ним магнита. На входах DD1 — низкий уровень. Когда дверь открывают, магнит удаляется от геркона, последний размыкается, что приводит к смене низкого уровня высоким.

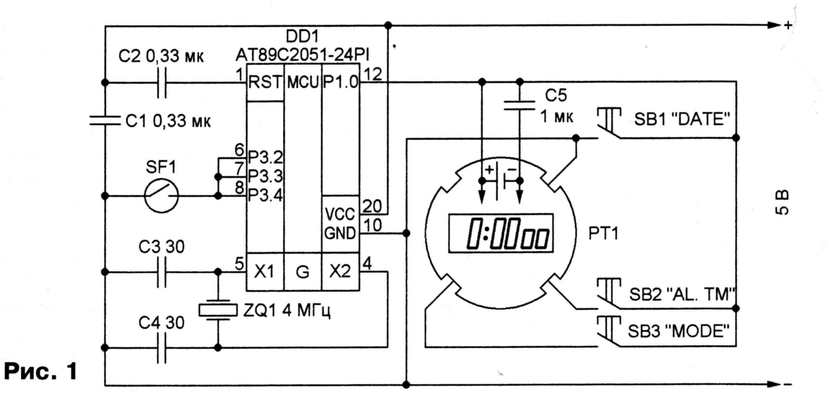


Рис. 1

Программа МК, текст которой на языке С приведен в **табл. 1**, анализирует состояние линии P3.2. Четырежды

Таблица 1

```
#include <io51.h> /* AT89C2051 */
/* Назначаем линии портов для   */
/* геркона и кнопки DATE        */
#define GERKON P3.2
#define DATE   P1.0
/* Задаем задержку 20 мс        */
/*(при кв. резонаторе на 4 МГц)*/
#define LLL    490
/*=====Функция задержки=======*/
void pause(unsigned int pz)
{unsigned int p;
 for(p=0;p<pz;p++);}
/*=====Основная программа=====*/
void main(void)
{unsigned char k;
 while(1)
/* Ждем открывания двери        */
  {if(GERKON !=0)
   {pause(LLL*2);
/* Первая проверка на дребезг   */
    if(GERKON !=0)
    {pause(LLL*2);
/* Вторая проверка на дребезг   */
     if(GERKON !=0)
     {pause(LLL*2);
/* Третья проверка на дребезг   */
      if(GERKON !=0)
/* Подаем сигнал "ПУСК" (40 мс)*/
      {DATE=0;pause(LLL*2);DATE=1;
/* Выдержка 1 с                 */
      for(k=50;k>0;k--)
      {pause(LLL);}
/* Подаем сигнал "СТОП" (40 мс)*/
      DATE=0;pause(LLL*2);DATE=1;
/* Ждем закрывания двери        */
      while(GERKON !=0);
      pause(LLL*6);
      }
     }
    }
   }
  }
}
```

убедившись, что высокий уровень на входе не случаен (например, не вызван дребезгом геркона), программа формирует на выходе P1.0 два одиночных импульса низкого уровня длительностью 40 мс, на более короткие импульсы часы не среагируют. Первый запускает секундомер, второй ровно через секунду останавливает его.

В результате с каждым открыванием двери секундомер показывает на 1 с больше. Например, "0:21oo" на табло означает, что с момента последнего нажатия на кнопку SB2 дверь открывали 21 раз. Так как счет текущего времени в часах PT1 независим от работы секундомера, при желании всегда можно узнать, который час, нажав на кнопку SB3, после чего, нажав на нее же, вернуться в рабочий режим.

Устройство можно приспособить для подсчета открываний окна, форточки, сейфа, ящика стола, для учета посетителей, проходящих через турникет. Геркон можно заменить микропереключателем, контактами реле или фототранзистором.

Измеритель интервалов времени собирают по схеме, изображенной на **рис. 2**. В отличие от предыдущей конструкции, для питания часов PT1 использовано прямое падение напряжения на светодиоде HL1 (приблизительно 1,6 В). Собственный элемент питания, показанный на рис. 2 пунктиром, из часов вынимают. Резисторы R2 и R3 ограничивают ток через защитные диоды электронного блока часов.

Пока на выходе P1.0 МК установлен высокий уровень, ток через светодиод не течет и напряжение питания на часы не поступает. При низком уровне на выходе P1.0 через светодиод пойдет ток, ограниченный резистором R1 до 8 мА, часы PT1 заработают.

Если номинал резистора увеличить в несколько раз, напряжение питания часов немного снизится, но останется

Таблица 2

```
#include <io51.h> /* AT89C2051 */
/* Назначаем линии портов для  */
/* входа и кнопок              */
#define VHOD P3.2
#define DATE P1.2
#define ALTM P1.3
/* Задаем задержку 40 мс       */
/*(при кв. резонаторе на 4 МГц)*/
#define LLL 1025
/*======Функция задержки=======*/
void pause(unsigned int pz)
{unsigned int p;
 for(p=0;p<pz;p++);}
/*======Обработка запроса======*/
/*=====прерывания по INT0======*/
interrupt[0x03]void EX0_int(void)
/* Подаем сигнал "СБРОС"(40 мс)*/
{ALTM=1;pause(LLL);ALTM=0;
/* Подаем сигнал "ПУСК" (40 мс)*/
 DATE=1;pause(LLL);DATE=0;
/* Ждем 1 на входе P3.2        */
 while(VHOD==0);
/* Компенсируем длительность   */
/* сигнала "СБРОС"             */
 ALTM=0;pause(LLL);ALTM=0;
/* Подаем сигнал "СТОП" (40 мс)*/
 DATE=1;pause(LLL);DATE=0;
/* Показания должны сохраняться*/
/* на индикаторе не менее 1 с  */
 pause(LLL*12);pause(LLL*13);
/* Разрешаем новый отсчет      */
 TCON.1=0;
}
/*======Основная программа=====*/
void main(void)
{ /* Подаем на часы питание    */
 P1=0;
/* Настр. систему прерываний   */
 TCON.0=1;IE.0=1;IE.7=1;
/* Бесконечный цикл            */
 while(1);
}
```

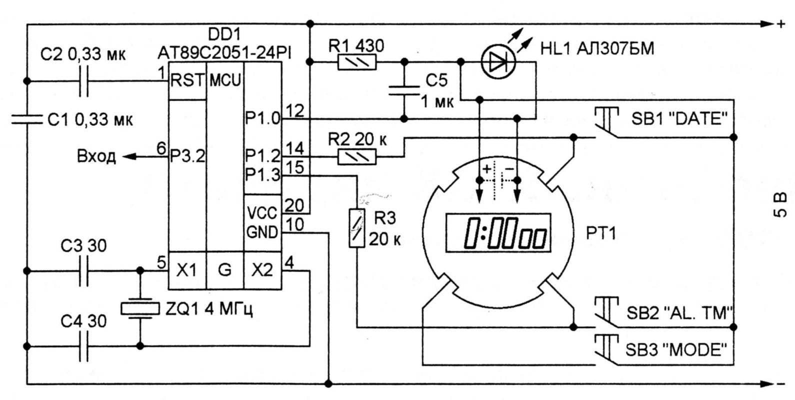


Рис. 2

достаточным для их работы. Однако суммарный потребляемый ток станет намного меньше, почти таким же, как у описанного выше счетчика числа посещений. Единственный недостаток — сильно упадет яркость светодиода HL1.

Программа МК, установленного в измерителе интервалов, на языке С приведена в **табл. 2**. Пока сигнал на входе P3.2, в данном случае служащем входом запросов прерывания INT0, имеет высокий уровень, устройство находится в состоянии ожидания. Как только уровень здесь станет низким, на выходе P1.3 в результате обработки прерывания будет сформирован им-

пульс, имитирующий нажатие кнопки SB2 и обнуляющий показания секундомера. Немедленно по окончании этого импульса с вывода P3.2 будет подан сигнал пуска секундомера — импульс, имитирующий нажатие кнопки SB1. Еще один раз эта кнопка будет "нажата" в момент обратного изменения уровня на входе P3.2. Секундомер остановится с выведенным на табло значением, равным продолжительности удержания низкого уровня на входе P3.2.

Точность измерения зависит от стабильности частоты кварцевого резонатора, которым оснащены часы. Дискретность отсчета интервалов длительностью не более 30 мин — 0,01 с, более длинных — 1 с.

Прибор был задуман и изготовлен для проверки точности работы аналоговых и цифровых таймеров с выдержками от единиц секунд до десятков часов (с учетом показаний календаря). Однако он может с успехом служить, например, автоматическим секундомером в соревнованиях по бегу. Для этого достаточно соединить вход устройства с выходом RS-триггера, изменяющим состояние по сигналам датчиков, установленных на старте и финише дистанции.

Резисторы и конденсаторы в обеих конструкциях — любые малогабаритные. Кнопки — КМ-1 или аналогичные импортные, например SWT. Светодиод обязательно должен быть красного цвета свечения, поскольку падение напряжения на зеленом светодиоде (1,8 В) для питания часов слишком велико.

Частота кварцевых резонаторов может быть любой в диапазоне 3...24 МГц. Однако значения констант задержки, заданных в строках "#define LLL ..." программ (см. табл. 1 и 2), придется изменить пропорционально частоте и оттранслировать программы заново.

"Механизм" электронных часов вместе с индикатором необходимо вынуть из металлического корпуса и закрепить на плате изготовленного устройства винтом М1,5. Сложнее всего припаять монтажные провода к металлическим контактам кнопок DATE, AL.TM, MODE. Флюс должен быть активированным, продолжительность пайки — не более 1...2 с, чтобы не расплавить пластмассовое основание.

Трансляция программ на языке С в коды прошивки МК может быть выполнена с помощью любого компилятора этого языка для МК семейства MCS-51. Среди множества известных наиболее прост, надежен и нетребователен к ресурсам компьютера компилятор ICC-8051 фирмы IAR Systems, работающий в среде DOS.

Таблица 3

```
icc8051 -mt -I..\INCLUDE\ -L -P -g %1.c
xlink %1.r03 -o %1.hex -f lnk8051.xcl
del %1.r03
htobv2 %1.hex %1.bin
```

Для облегчения трансляции создайте пакетный файл согласно **табл. 3**, назвав его, например, **c.bat**. При его запуске на исполнение нужно указать параметр — имя файла с исходным текстом программы, но без расширения. Например, командная строка для трансляции файла **montana1.c** выглядит таким образом:

```
c.bat montana1.
```

В результате исполнения первой строки пакетного файла будет выполнена собственно трансляция программы и создан так называемый объектный файл. Далее программа-линкер **xlink.exe** преобразует результат трансляции в файл HEX-формата (в данном случае **montana1.hex**), уже пригодный для загрузки в память МК. Ненужный более объектный файл будет уничтожен.

Некоторые программаторы, среди них описанный в моей статье "Параллельный программатор для AT89" ("Радио", 2004, № 2, с. 28—31), "не понимают" HEX-формат и требуют, чтобы информация была представлена в двоичном виде. Нужное преобразование выполнит программа **htobv2.exe** (автор Peter Averill) в последней строке пакетного файла. В файл **montana1.bin** будет помещен результат ее работы.

***От редакции**. Все упомянутые в статье файлы и программы находятся на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2005/05/montana.zip**>.*

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

Музыкальный кот

А. ГРИШИН, г. Москва

Если поднять этого забавного зверька, то сначала он недовольно ворчит, а затем начинает "петь песенку". Если посадить зверька, то он тут же замолкает.

Проницательный читатель конечно же догадался, что эта игрушка — еще один вариант "музыкальной шкатулки" с бесконтактным выключателем. В журнале "Радио" уже было опубликовано описание такой "шкатулки" с емкостным сенсорным датчиком (Д. Турчинский. Музыкальная шкатулка с сенсорным управлением. — Радио, 2005, № 1, с. 52, 53).

"Секрет" предлагаемой вниманию читателей конструкции заключается в применении датчика освещенности — фотоприемника. Датчик размещен в нижней части игрушки, и когда ее поднимают, свет попадает на фотоприемник.

Конструкция допускает возможность изменений и усовершенствований ее в широких пределах, что и позволяет рассматривать ее не столько как объект для повторения, а как основу для творчества.

Электрическая схема "музыкального кота" приведена на **рис. 1**. Устройство включает собственно музыкальный синтезатор — микросхему DA1, выходной усилитель, выполненный на транзисторах VT4 и VT5, динамическую головку BA1 и электронный выключатель, собранный на транзисторах VT2, VT3 и фототранзисторе VT1. Устройство получает питание от литиевого гальванического элемента GB1 напряжением 3 В. Среднее значение потребляемого тока — не более 15 мА.

Музыкальный синтезатор и выходной усилитель полностью аналогичны описанному в упомянутой статье и рассматривать их нет смысла. Бесконтактный выключатель представляет собой ключ, выполненный на транзисторах VT2 и VT3. Когда игрушку поднимают со стола или иной подставки, свет попадает на фототранзистор VT1, открывает его, соответственно открываются транзисторы VT2, VT3 и на музыкальный синтезатор подается напряжение питания от гальванического элемента. Поскольку для запуска кварцевого генератора требуется некоторое время, в течение этого переходного периода музыкальный синтезатор издает звуки, похожие на ворчание или рычание, а затем переходит в нормальный режим работы.

Собранное без ошибок и из исправных деталей устройство начинает работать сразу и не требует настройки. Следует только учитывать, что микросхемы УМС7 весьма "капризны" по отношению к кварцевым резонаторам. Поэтому, если микросхема не будет надежно работать с конкретным экземпляром кварцевого резонатора, следует установить конденсатор C1 и подобрать его такой емкости, при которой обеспечивается надежный запуск кварцевого генератора. А если и это не поможет, тогда придется применить другой резонатор.

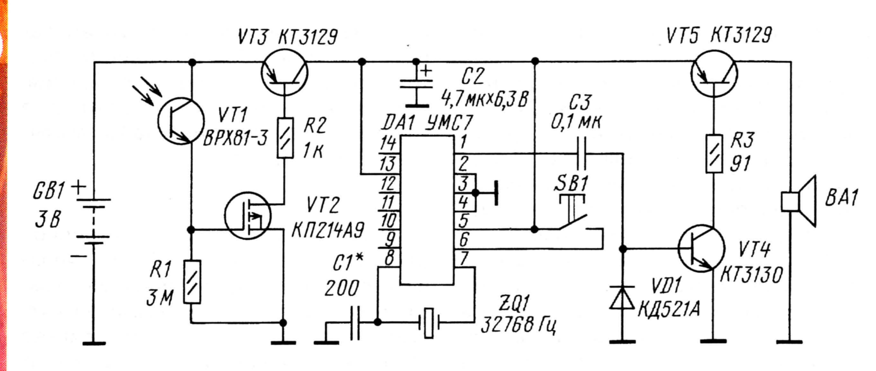


Рис. 1

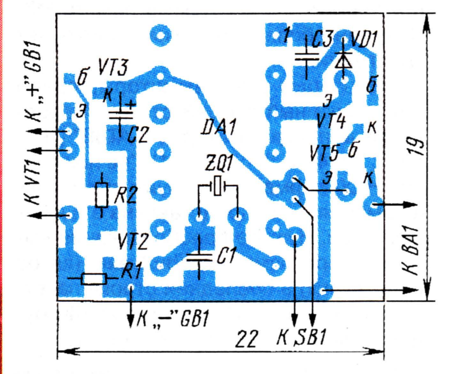


Рис. 2

Чертеж печатной платы устройства приведен на **рис. 2**. Применение поверхностного монтажа позволило создать миниатюрную конструкцию, которую несложно разместить практически в любой мягкой (или не очень мягкой) игрушке. Фотография смонтированного устройства приведена на **рис. 3**.

Если добавить еще два светодиода с ограничивающими резисторами (на схеме не показаны), то во время "пения" у игрушки будут светиться глаза. Однако для большинства игрушек монтирование светодиодов в глазах проблематично.

В качестве источника питания применен литиевый гальванический элемент типа CP2032 — такие устанавливают в современные компьютеры. Возможно питание от двух элементов типа АА или ААА, установленных в кассету — разумеется, если размеры игрушки это позволяют.

В качестве фотоприемника можно применить практически любой подходящий по размерам фототранзистор или фоторезистор. Но здесь возникает одна проблема. Дело в том, что современные фототранзисторы выпускаются в прозрачном корпусе и проникающий с боков свет, даже через "обшивку" игрушки, способен вызвать ее включение. Такая опасность особенно велика при ярком солнечном свете. По этой причине фотоприемник должен быть надежно защищен от боковой подсветки.

Лучшим вариантом является применение чип-фототранзистора (для поверхностного монтажа), например, KP3216P3C. Такой элемент может быть размещен непосредственно на печатной плате — хотя такое размещение и не предусмотрено, но места хватит. Этот вариант наиболее удобен во всех отношениях, кроме одного — найти чип-фототранзистор достаточно сложно.



Рис. 3

Автором был применен импортный фототранзистор типа BPX81-3 (подойдет и BPW17N), который для исключения боковой подсветки был смонтирован на соответствующей его размерам небольшой печатной плате с отверстием. Возможно применение и фоторезисторов, например, отечественных типа СФ3-1. Применение фотодиодов нецелесообразно по причине недостаточной чувствительности. Следует отметить, что чувствительность фотоприемников достаточна даже при прохождении света через материю "обшивки" игрушки, поэтому специального отверстия для фотодатчика не требуется, это позволяет полностью "замаскировать" его.

Вместо полевого транзистора КП214А9 (VT2) можно применить его зарубежный аналог 2N7002LT1 или любой биполярный чип-транзистор структуры n-p-n. В этом случае резистор R1 не нужен, а последовательно с фотоприемником следует включить ограничительный резистор сопротивлением 10...20 кОм. Потребление тока с биполярным транзистором несколько больше, чем с полевым. Диод VD1 — кремниевый, любого типа, например, отечественный КД521 или чип-диод. Конденсатор C2 — танталовый, остальные конденсаторы — керамические. Чип-резисторы и конденсаторы могут быть типоразмеров 1206 или 0805 — печатная плата рассчитана на оба типоразмера.

В качестве звукоизлучателя может быть применена любая отечественная или импортная динамическая головка с сопротивлением не менее 4 Ом. Поэтому выбирать головку следует в первую очередь исходя из размеров игрушки, в которую ее намечено установить. Возможно использование и любого пьезокерамического излучателя; он подключается непосредственно к выводам 1 и 14 микросхемы и тогда выходной усилитель становится ненужным. Микросхему целесообразно установить на панельку, что позволит в дальнейшем "менять" мелодии заменой микросхем. Целесообразность установки кнопки SB1, позволяющей оперативно во время работы переходить на следующую записанную в микросхеме мелодию, — на усмотрение читателей.

В устройстве могут быть применены любые чип-транзисторы в корпусе SOT23 соответствующей структуры и с максимальным импульсным током коллектора не менее 50 мА.

Устройство можно собрать и на микросхемах типа УМС8, имеющих напряжение питания 1,5 В; в этом случае его можно питать от одного "обычного" гальванического элемента. Однако уменьшение напряжения питания приведет к снижению громкости звука. Она зависит от сопротивления резистора R3, который можно совсем исключить для повышения громкости. На печатной плате так и сделано, хотя это и приводит к увеличению потребляемого тока.

Устройство можно собрать и на "обычных" элементах для традиционного монтажа (это потребует доработки печатной платы), но его размеры при этом увеличатся.

Ну а выбор игрушки, в которую будет вмонтировано устройство, полностью зависит от вкуса тех, кто захочет его изготовить.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев, фото — автора

Реле времени для двенадцативольтового паяльника

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Не секрет, что в пылу творческого вдохновения, после напряженной работы как радиолюбители, так и профессионалы нередко забывают выключить электропаяльник, что не только ведет к излишнему потреблению электроэнергии, сокращает его срок службы, но и грозит опасностью пожара. Во избежание этих неприятностей предлагается изготовить несложное реле времени со звуковым сигнализатором, которое будет выключать питание паяльника через установленный интервал времени.

В авторском варианте исполнения устройство предназначено для автоматического выключения блока питания электропаяльников ЭПСН25/12 (ГОСТ 7219-83). Оно отличается тем, что после установленного времени работы (в момент отключения) подается звуковой сигнал, который известит не только о том, что паяльник и его блок питания обесточены, но и о том, что пора бы сделать перерыв, а для детей младшего и среднего школьного возраста этот сигнал будет означать, что работа с паяльником на текущий день уже закончена.

Устройство легко можно приспособить для работы с паяльниками на другие рабочие напряжения, а также и других аналогичных целей, например, выключения лабораторного блока питания.

Принципиальная схема устройства показана на **рис. 1**. Реле времени получает питание от той же вторичной обмотки понижающего трансформатора, что и электропаяльник. Напряжение переменного тока 12 В выпрямляет диодный мост VD1. Выпрямленное напряжение поступает на простейший параметрический стабилизатор, выполненный на элементах R1, VD2, VT1. Оксидные конденсаторы C1, C2 сглаживают пульсации выпрямленного и стабилизированного напряжения. Выходное напряжение стабилизатора может быть в пределах 11...13 В, номинальное — 12 В.

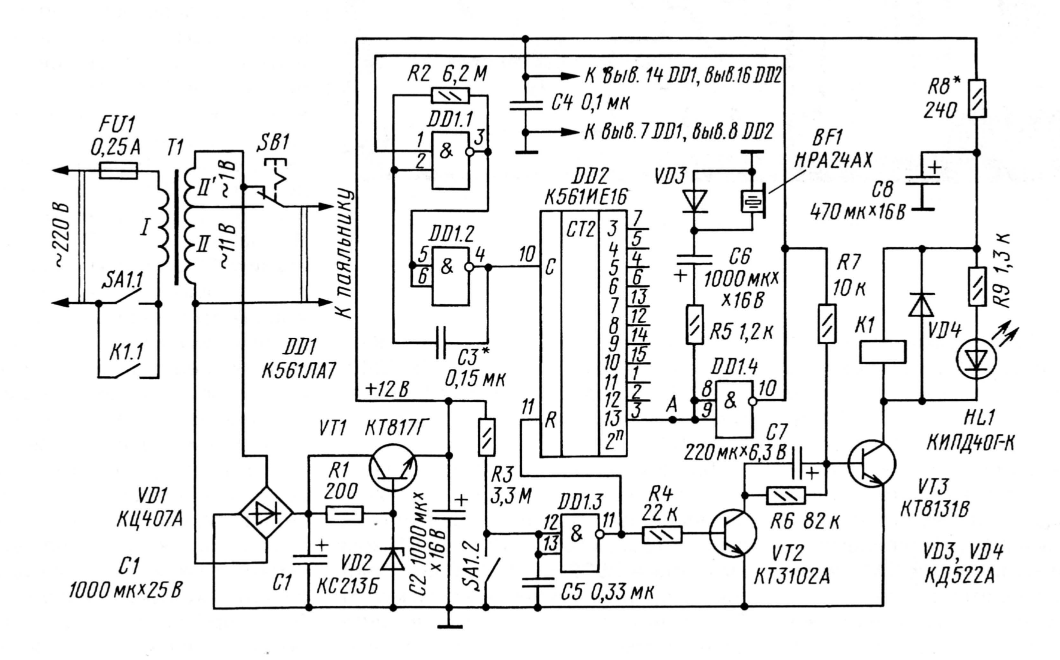


Рис. 1

Устройство включается кратковременным замыканием контактов кнопки SA1. На логических элементах 2И-НЕ DD1.1, DD1.2 построен генератор прямоугольных импульсов формы, близкой к меандру (скважность 2), следующих с частотой около 1 Гц. С выхода генератора (вывод 4 DD1) импульсы поступают на счетный вход четырнадцатиразрядного двоичного счетчика DD2 (вывод 10). При включении устройства или при его перезапуске на вход установки начального состояния R (вывод 11 DD2) поступает импульс сброса. Счетчик DD2 установится в начальное состояние также и в том случае, если контакты электромеханического реле K1 установить в низковольтной цепи (~12 В) питания паяльника, а контакты кнопки SA1.1 исключить. Такое решение позволяет устанавливать этот таймер в многофункциональные лабораторные блоки питания и использовать его только для отключения питания паяльника. Длительность импульса сброса зависит от параметров интегрирующей цепочки R3C5.

Поскольку ток удержания якоря реле меньше тока срабатывания, обмотка реле K1 питается пониженным током, ограниченным резистором R8. Для того чтобы в момент подачи на устройство напряжения питания или при перезапуске контакты реле замкнулись, необходимо немного задержать открытие транзистора VT3. Для этого предназначены элементы VT2, R4, R6, C7. Пока на выходе элемента DD1.3 присутствует высокий уровень (лог. 1), транзистор VT2 открыт, а составной транзистор VT3 будет закрыт, пока не зарядится конденсатор C7. Этого времени достаточно, чтобы конденсатор C8 зарядился до напряжения питания (12 В) и накопленной в нем энергии хватило для срабатывания реле.

Время выдержки устанавливают, подключая проводник, помеченный точкой А к одному из выходов микросхемы DD2. При показанном на схеме подключении оно достигает 2^{13} с, или около 2 часов.

Пока время выдержки не истекло, на выходе 2^{13} счетчика DD2 будет лог. 0, на выходе элемента DD1.4 — лог. 1, транзистор VT3 открыт, контакты реле замкнуты, паяльник получает питание, о чем сигнализирует светящийся красным цветом светодиод HL1. Как только на выводе 3 микросхемы DD2 установится лог. 1, транзистор VT3 закроется, контакты реле разомкнутся, паяльник и управляющее устройство

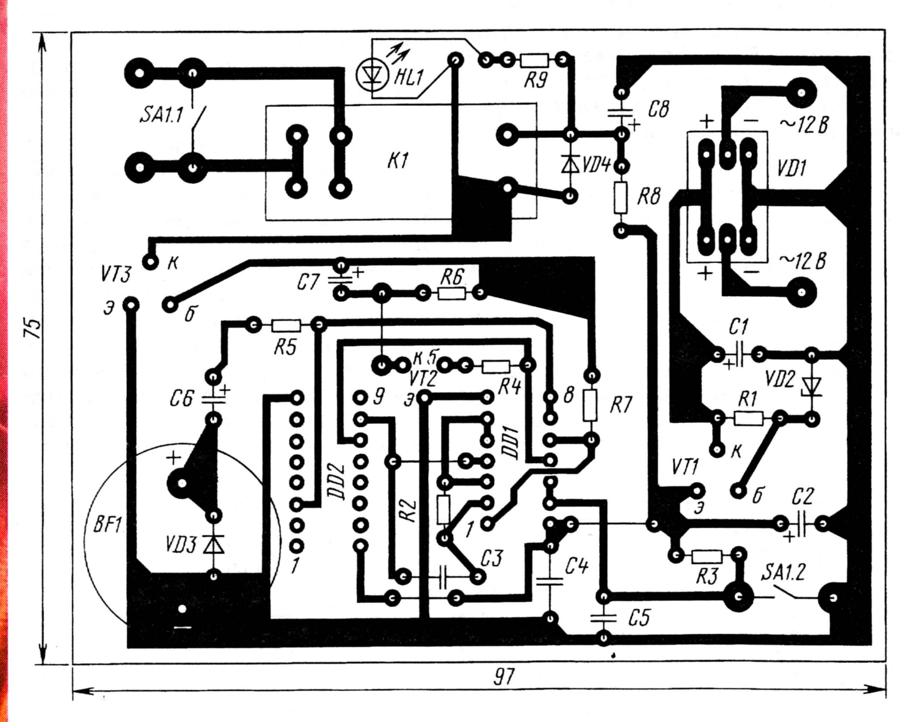


Рис. 2

обесточатся. Пьезокерамический звуковой излучатель BF1 со встроенным генератором издаст звуковой сигнал продолжительностью около 3 с. В случае, если таймер будет использован в не отключаемом источнике питания, конденсатор C6 должен быть с малым током утечки. Если в течение отработки времени выдержки кратковременно замкнуть контакты кнопки SA1, то отсчет времени начнется с нуля.

Паяльник с номинальным напряжением питания 12 В и мощностью 25 Вт подключают к вторичной обмотке понижающего трансформатора T1. Переключатель SB1 позволяет ступенчато управлять температурой нагрева жала паяльника. В данной конструкции использованы две ступени, но их может быть и больше при наличии соответствующих отводов вторичной обмотки трансформатора.

В устройстве можно применить резисторы типов С2-23, МЛТ, С1-4. Оксидные конденсаторы — К50-35 или их импортные аналоги. Конденсатор C5 — К73-17, К73-24, К73-39; C4 — керамический К10-17, КМ-5, КМ-6; C3 — любой неполярный упомянутых типов. Диодный мост КЦ407А можно заменить на любой из серии КЦ422 или импортный DB101...DB106, RB151...RB157. Диоды VD3, VD4 — любые из серий КД510, КД521, КД522 или 1N4148. Стабилитрон VD2 может быть как неполярным двуханодным, так и обычным, на напряжение 12...13 В, например, Д813, Д814Д, 2С512А, КС512А, КС508А, 2С212Ж. Светодиод подойдет любой из серий АЛ307, КИПД21, КИПД40, L1503, L1513 или другой, с любым цветом свечения, например, "красный" L383SRWT.

Транзистор VT1 желательно взять с коэффициентом передачи тока базы не менее 100. Подойдут транзисторы серий КТ805, КТ815, КТ817, КТ819 или импортные 2SC2166, 2SD2033. С учетом того, что напряжение в сети может быть завышенным или вы примените реле с низкоомной обмоткой, транзистор желательно установить на небольшой теплоотвод. Если таймер будет приспособлен для питания аналогичных паяльников мощностью 25 Вт, но на напряжение 24 В, то транзистор VT1 следует установить на теплоотвод, изготовленный из дюралюминиевой пластины с площадью поверхности не менее 20 $см^2$, сопротивление резистора R1 надо увеличить до 3,3 кОм, а конденсатор C1 применить на рабочее напряжение 40 В.

Транзистор VT2 КТ3102А можно заменить любым из серий КТ3102, КТ503, КТ6113, SS9013, 2SC815, 2SC1008, 2SD1616. Вместо составного транзистора КТ8131В подойдут любые аналогичные из серий КТ8131, КТ829, КТ972 или MPSA-13, MPSA-14. Вместо КМОП микросхемы К561ЛА7 можно применить КР1561ЛА7, 564ЛА7, CD4011A, CD4011B, а вместо К561ИЕ16 — CD4020A, CD4020B. В конструкции использовано реле типа РЭК53 с сопротивлением обмотки 290 Ом с номинальным напряжением 12 В. Пьезокерамический звукоизлучатель со встроенным генератором можно заменить на HPA17AX или EFM473, EFM475. Обе кнопки — П2К с четырьмя группами контактов. У переключателя SB1 все группы контактов соединены параллельно, эта кнопка должна быть с фиксацией положения. Кнопка SA1 — без фиксации положения. Для SA1.2 используется одна группа контактов, которая ближе к пружине, а для SA1.1 — две дальние от пружины параллельно соединенные группы контактов; неиспользуемые два штырька этих групп следует выдернуть из корпуса кнопки пассатижами.

Трансформатор для питания паяльника на 12 В и 25 Вт можно изготовить на Ш-образном магнитопроводе сечением 7,7 $см^2$. Первичная обмотка содержит 1450 витков провода ПЭВ-2 диаметром 0,23—0,27 мм. Намотку можно вести равномерно внавал, делая после каждых 500 витков прокладки из бумаги. Вторичная обмотка содержит 80 + 7 витков любого обмоточного провода диаметром 0,9—1 мм. Для напряжения 24 В (для питания паяльника ЭПСН25/24) число витков вторичной обмотки увеличивают вдвое, а диаметр провода этой обмотки допустимо уменьшить до 0,51...0,56 мм. Намотку ведут виток к витку. Первичная и вторичная обмотки должны быть надежно изолированы одна от другой.

На время налаживания устройства желательно уменьшить время выдержки до нескольких единиц или десятков секунд, для чего можно временно подключить проводник, помеченный точкой А не к выходу 2^{13} DD2, а к другому выходу, например, к 2^3-2^5. Резистор R8 нужно подобрать так, чтобы реле надежно удерживало контакты в замкнутом положении. Если напряжения 12 В для срабатывания примененного вами реле окажется немного недостаточно, то верхний по схеме вывод резистора R8 нужно подключить к входу параметрического стабилизатора напряжения — выводу коллектора транзистора VT1.

Эскиз печатной платы устройства показан на **рис. 2**. На ней размещены все элементы устройства, кроме трансформатора, предохранителя FU1 и кнопочных переключателей.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Ответственный редактор Степанов Б. Г. (RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: mail@radio.ru
При содействии Союза радиолюбителей России

Итоги летнего дня активности молодежных радиостанций

В этот раз в соревнованиях приняли участие 45 участников на 20 радиостанциях. Были представлены 12 областей России, Белоруссия и Украина. Наибольшую активность проявили молодежные радиоклубы Оренбургской области.

Первое место в молодежной подгруппе с несколькими операторами заняла команда Медногорского Центра дополнительного образования детей (RZ9SWP) в составе Антона Навнычко (RX9TL), Константина Уварова (RA9USV) и Владимира Шмыгарева (RA9SNV). Все они воспитанники одного из лучших детских тренеров — Валерия Ивановича Иванова (UA9SH). Они принесли победу своей команде в равной борьбе с молодежным коллективом из города Пензы (RK4FWX).

В единственном числе выступил в подгруппе с одним оператором (молодежь) Сергей Бунаков (UR3LBN) из украинского села Каменная Яруга, показав при этом абсолютно лучший результат среди всех участников. Сергею не впервой показывать такие высокие результаты, ведь он постоянный участник соревнований на призы журнала "Радио".

Несколько операторов (молодежь)

1	RZ9SWP	207	9	RK3ZWF	117
2	RK4FWX	206	10	EW6WA	108
3	RK3AWK	185	11	RK3PWN	94
4	RK3YWW	167	12	RZ9UZV	87
5	RW3WWW	153	13	RK9FXM	85
6	RK3DZD/p	150	14	RK9SWM	82
7	RZ3DXG	137	15	RK9YWW	68
8	RK9SXD	122	16	RZ9SWA	52

Один оператор (молодежь)

1	UR3LBN	245

Один оператор (взрослые)

1	EU6PW	75
2	UA9YVI	20
3	RA6HCN	10

В этом году соревнования пройдут во всех КВ и УКВ диапазонах 19 июня с 12.00 до 18.00 MSK. В них можно работать SSB, AM, FM. К зачету принимаются радиосвязи, проведенные в любые четыре часа непрерывной работы (по выбору участника).

Зачетных подгрупп шесть — три молодежные (радиостанции с одним оператором, с несколькими операторами и наблюдатели) и три взрослые (радиостанции с одним оператором, с несколькими операторами и наблюдатели). Во всех подгруппах только многодиапазонный зачет. Число операторов на радиостанции с несколькими операторами не ограничено. К "молодежным" относятся радиостанции, на которых работают операторы 1987 г. рождения и моложе. Радиостанция с несколькими операторами считается молодежной, если все операторы соответствуют этому критерию. Итоги будут подводиться в общем зачете, а среди молодежных радиостанций также раздельно по европейской части России, девятому радиолюбительскому району России, нулевому радиолюбительскому району России и среди иностранных участников.

Контрольные номера, как таковые, в этих соревнованиях отсутствуют, но для зачета связи участники должны обменяться RS, именами и QTH. Операторы молодежных радиостанций, кроме этого, должны сообщать свой возраст. Общий вызов для молодежных радиостанций: "Всем, работает молодежная радиостанция...".

Для молодежных радиостанций в зачет идут все радиосвязи, а для остальных участников — только связи с молодежными радиостанциями. Для SWL в зачет идут наблюдения за работой молодежных радиостанций. Повторные радиосвязи засчитываются на разных диапазонах. Связи через УКВ репитеры также идут в зачет. Окончательный результат — это сумма очков за связи, проведенные в зачетное время. За QSO с молодежной радиостанцией начисляется 5 очков, за QSO с остальными радиостанциями — 1 очко.

Все участники молодежных подгрупп, приславшие отчет, получат контест-дипломы журнала "Радио". ■



Инициатор, создатель и неизменный Главный судья зимних и летних дней активности Игорь Григорьев (RV3DA) на коллективной радиостанции RK3DZD.

К 60-летию Победы

Музею истории связи и радиолюбительства — 20 лет

Светлана ПОЛТАВЕЦ (RA4AM), г. Волгоград

Духовную силу нации охраняют и воспроизводят люди трех профессий: учитель, библиотекарь и музейный работник.
Академик Д. С. Лихачев

Одним из первых радиолюбительских мероприятий этого года, посвященных 60-летию Победы, была "Вахта Памяти", проведенная радиолюбителями Волгограда в канун 62-й годовщины завершения Сталинградской битвы на базе Музея истории связи и радиолюбительства города. В этом году музей отмечает 20-летие. Он хранит не только историю города, но итоги работы поисковых групп международной радиоэкспедиции "Победа".

История создания военно-патриотического музея истории связи, телерадиовещания и радиолюбительства Царицына—Сталинграда—Волгограда началась с поисковой работы студентов, учащихся и работающей молодежи г. Волгограда при поддержке Героя Советского Союза Я. Ф. Павлова и общественных организаций города-героя.

Поисковая работа, которую проводили в эфире волгоградские радиолюбители в 70-е годы, постепенно нарастала. Группа "Поиск" при радиоклубе "Колос" Гидромелиоративного техникума совмещала переписку с участниками ВОВ и опрос их в эфире, проводила исследования и изучение материалов раскопок в местах боев, музеях и архивах города и страны. Все это дало много материалов не только для поиска и сбора ценных данных, а также возникла необходимость концентрации их в целях исследования в одном месте. Появились документы и реликвии военных лет, которые в целях военно-патриотического воспитания молодежи прямо "просились" для всеобщего обозрения и экспозиции.

Сначала были небольшие выставки экспонатов в витринах помещений радиостанций, передвижные выставочные экспозиции, домашние коллекции радиоприборов и радиостанций. Затем родилась идея создания музея при Волгоградской радиотехнической школе, поддержанная руководством областного комитета ДОСААФ. Очень помог в этом его бывший председатель К. Н. Плакунов, имевший опыт организации музея при Доме ДОСААФ.

Открытие музея состоялось 1 февраля 1985 г., в дни празднования 42-й годовщины разгрома немецко-фашистских войск под Сталинградом, и было приурочено к 40-летию Победы. Ленточку разрезали первопроходцы радиовещания и радиолюбительства в Царицыне—Сталинграде—Волгограде защитники Сталинграда братья Михаил и Валентин Феофановы и секретарь Царицынской секции "Общества друзей Радио" Александр Громов. Директором музея был назначен его организатор В. Полтавец (UA4AM), а секретарем—хранителем — автор этой статьи. В Совет музея вошли 15 активистов, среди которых было 10 коротковолновиков.



Легендарный радист Сталинграда Михаил Федорович Феофанов (U4AA, ex. EU4QX, U4LD).



Защитник Сталинграда Александр Матвеевич Громов (UA6UC, ex. EU4EG), кавалер многих орденов и медалей.

Первый шаг был сделан. Сначала материалы накапливали благодаря самоотверженной работе группы "Поиск" имени Героя Советского Союза Я. Ф. Павлова, а потом поискового отряда "Сталинград-43", созданного на базе этой группы и переросшего в Международную поисковую акцию в эфире — операция "Поиск". Особенность музея заключается в экспозиции документов, реликвий и техники тех людей, которые имеют к ним прямое отношение. В первую очередь, реликвии связис-



"Вахту Памяти" проводит защитник Сталинграда, военный радист Гамлет Беглярович Даллакян (UA4-156-02). Слева — военный радист, председатель секции защитников Сталинграда Анатолий Сергеевич Козлов, в центре — защитница Сталинграда, связистка 42-го отдельного полка связи Валентина Борисовна Рыбак (UA4-156-07).

тов, радистов, которые ратным и трудовым подвигами ковали победу в годы войны, а также спортсменов, принесших славу нашему городу и нашей Родине.

Музей планировали как Центр военно-патриотического воспитания молодых радиолюбителей г. Волгограда и области, а впоследствии в работу музея были включены городские экскурсионные маршруты "Мы патриоты" и "Так мужают мальчишки". За прошедшие годы музей посетили десятки тысяч людей из разных городов бывшего СССР и зарубежных стран. В музее хранятся шесть томов отзывов о его работе, он является филиалом Областного краеведческого музея и тесно сотрудничает с музеем–панорамой "Сталинградская Битва" и другими музеями.

В нем есть экспонаты, связанные с началом радиовещания в стране, с Великой Отечественной войной, с послевоенным возрождением связи и радиотелевещания в Сталинграде—Волгограде и с другими событиями военно-патриотического характера.

В музее хранится и экспонируется Главный архив Международной радиоэкспедиции "Победа". На основании его материалов изданы "Книга Памяти" (6 изданий), книга "Радиолюбительство, связь и радиоспорт в Царицыне—Сталинграде—Волгограде — люди и годы" (3 издания) и книга "Друзья Радио в Царицыне—Сталинграде—Волгограде". По материалам музея работают над своими дипломными и курсовыми работами студенты многих ВУЗов нашего города, а также аспиранты и научные сотрудники. На базе музея и Волгоградской ФРС проведено десять международных встреч связистов-ветеранов войны с молодежью, 60 "Вахт Памяти" в эфире, три радиопереклички мэров городов-героев.

При музее создан попечительский Совет во главе с В. Покушаловым — генеральным директором Ассоциации Волгоградских операторов связи. Музею активно помогают в его развитии многие руководители отраслей связи города и радиолюбители.

Экспозиция расширяется и показателем этого является обновленный список главных экспонатов военно-патриотического музея истории связи. К юбилею музея (его 20-летию) на встречу прибыло много гостей — "Друзей Радио", и каждый приносил какой-то аппарат или важный для истории связи, радиотелевещания и радиоспорта документ или реликвию. Президент попечительского Совета музея и бессменный директор музея Валерий Полтавец вместе с помощниками с трудом успевали принимать поздравительные адреса и подарки музею: полевой телефон образца 1942 г., гетеродинный частотомер-волномер 1941 г. и комплект измерительных приборов, вещательный приемник и комплект разной интересной старой радиоаппаратуры выпуска 40—60-х годов прошлого века. И это далеко не весь список подарков, ставших сегодня уже экспонатами. В музее стало тесновато, но это приятный факт. Здесь есть что посмотреть и мальчишке и убеленному сединой радиолюбителю.

И не только посмотреть, но и поучиться. Не зря говорят радиоспециалисты, что музей является центром военно-патриотического и технического воспитания нашей молодежи. На тему музея студенты пишут рефераты, курсовые работы, дипломные работы и проводятся научно-теоретические исследования. Главное направление этих исследований — это люди, которые делали историю, в первую очередь защитники Сталинграда, а "железо" (как с любовью говорят радиолюбители) — на втором плане. Видимо, поэтому здесь не коллекция, а Музей.



Участники "Вахты Памяти", проведенной в честь 62-й годовщины Сталинградской битвы.

Расчет полосовых усилителей мощности УКВ диапазона

А. ТИТОВ, г. Томск

В статье рассмотрены принципы построения, особенности проектирования и методики расчета элементов схем выходных каскадов линейных полосовых усилителей мощности диапазона 20...1000 МГц с выходной мощностью 1...100 Вт и относительной полосой пропускания 5...30 %. Приводятся пример расчета и результаты эксперимента.

Известные методы проектирования полосовых усилителей мощности передатчиков относительно сложны [1], что затрудняет их использование в радиолюбительской практике. Приведенные в радиолюбительских журналах описания подобных усилителей не позволяют осуществлять их модификацию по заданным требованиям. Предлагаемая статья содержит описание последовательности шагов по разработке выходных каскадов усилителей с требуемыми характеристиками и методик расчета элементов схем этих каскадов, реализуемых на биполярных СВЧ транзисторах.

Исходные предпосылки. При разработке выходных каскадов усилителей основными являются требования получения максимальной выходной мощности в нагрузке, максимального КПД и максимального коэффициента усиления в заданной полосе рабочих частот. Указанные требования обуславливают выбор структуры каскадов и режимов их работы. Транзисторы выходных каскадов усилителей работают, как правило, в режиме с отсечкой коллекторного тока с использованием стабилизаторов напряжения базового смещения. Формирование амплитудно-частотных характеристик осуществляется с помощью корректирующих цепей, устанавливаемых между выходными каскадами. Оптимальное сопротивление нагрузки мощного транзистора, на которое он отдает максимальную мощность, составляет единицы ом [1]. Поэтому при работе усилителя на стандартный антенно-фидерный тракт с сопротивлением $R_н$, равным 50 или 75 Ом, между его выходным транзистором и входом антенно-волноводного тракта устанавливают трансформатор сопротивлений, обеспечивающий реализацию оптимального сопротивления нагрузки выходного транзистора $R_{опт}$. Исходя из вышесказанного, функциональная схема выходных каскадов усилителя может быть представлена в виде, показанном на **рис. 1**.

Используемые в настоящее время схемные решения построения корректирующих цепей, трансформаторов сопротивлений и стабилизаторов напряжения базового смещения усилителей отличаются большим многообразием [1]. Многолетние исследования автора показывают [2], что наиболее эффективными и простыми являются схемные решения указанных устройств, использованных в усилителе с выходной мощностью 110 Вт и полосой пропускания 140...150 МГц, принципиальная схема которого приведена на **рис. 2**. Здесь элементы C2, C3, L1 формируют первую корректирующую цепь, элементы C6, C9, L3 формируют вторую корректирующую цепь, элементы L7, C12, C13, L8 формируют выходной трансформатор сопротивлений. Стабилизатор напряжения базового смещения выполнен на транзисторах VT2 и VT4. Кроме того, усилитель содержит цепь защиты от перегрузки по входу на диоде VD1, цепь защиты от рассогласования по выходу на направленном ответвителе E1 и диоде VD10, термозащиту на терморезисторе R5, защиту от превышения напряжением питания номинального значения на стабилитроне VD8, управляемый стабилизатор напряжения на микросхеме DA1, предназначенный для отключения базового смещения при срабатывании какой-либо цепи защит усилителя.

Срабатывание любой из защит усилителя приводит к уменьшению напряжения, подаваемого с микросхемы DA1 на верхний (по схеме) вывод резистора R18. Это, в свою очередь, ведет к падению напряжения смещения на базе транзистора VT2 стабилизатора напряжения базового смещения. Угол отсечки транзисторов VT1 и VT3 в этом случае уменьшается, уменьшая и коэффициент усиления всего усилителя. При падении выходного напряжения микросхемы DA1 до нуля коэффициент усиления усилителя уменьшается до 3...7 дБ.

Расчет элементов стабилизатора напряжения базового смещения. Стабилизатор напряжения базового смещения на транзисторах VT2 и VT4 использован для стабилизации угла отсечки транзисторов VT1 и VT3 усилителя при изменении уровня усиливаемого сигнала и температуры корпуса усилителя, на котором устанавливаются эти транзисторы [2].

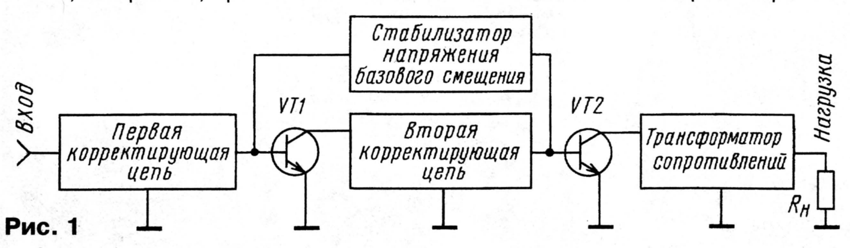


Рис. 1

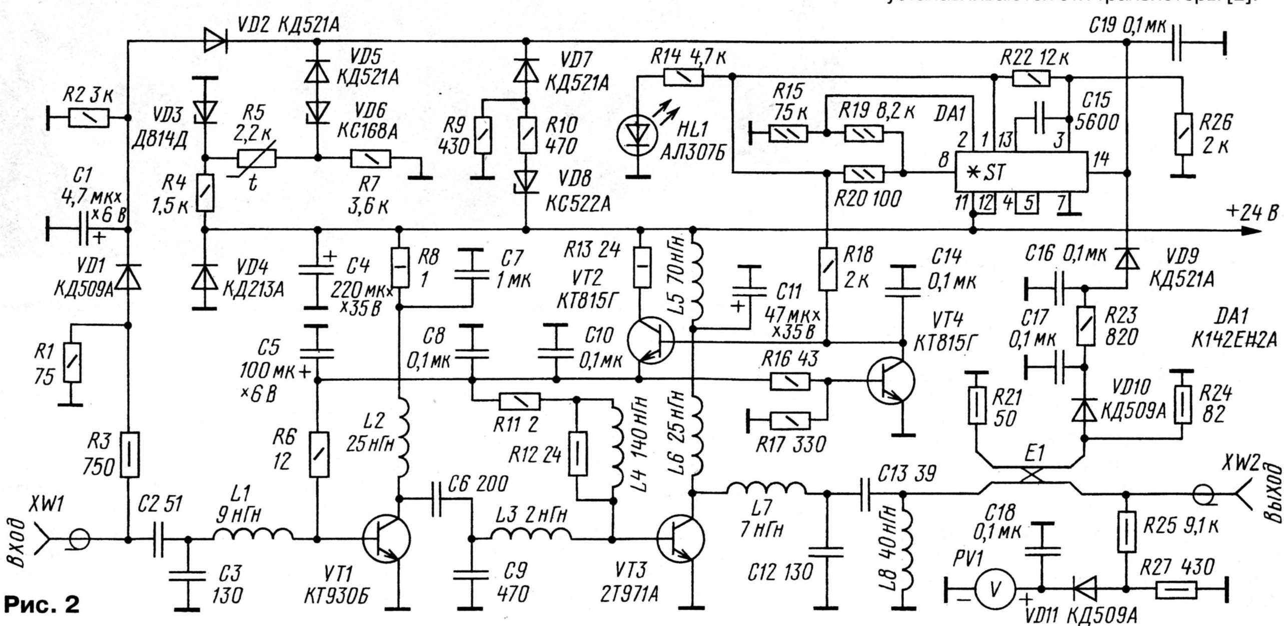


Рис. 2

Предлагается следующая методика расчета элементов рассматриваемого стабилизатора. Оптимальное сопротивление нагрузки транзистора VT3, на которую он отдает максимальную мощность, определяется из соотношения [1]

$$R_{опт} = (E_п - U_{ост})^2 / 2P_{вых\,max}, \qquad (1)$$

где $P_{вых\,max}$ — максимальное значение выходной мощности, отдаваемой транзистором; $E_п$ — рекомендуемое напряжение источника питания транзистора; $U_{ост}$ — остаточное напряжение, составляющее 0,5...2 В; $P_{вых\,max}$, $E_п$, $U_{ост}$ — справочные величины [3].

Максимальное значение постоянной составляющей тока коллектора $I_{к\,0\,max}$ транзистора VT3, в соответствии с (1), равно

$$I_{к\,0\,max} = (E_п - U_{ост})/R_{опт}. \qquad (2)$$

С учетом этого, сопротивление резистора R13 рассчитывают из соотношения

$$R13 \le (E_п - 6) \cdot \beta_0 / I_{к\,0\,max}, \qquad (3)$$

где β_0 — статический коэффициент передачи тока в схеме с общим эмиттером транзистора VT3.

Максимальная мощность $P_{рас\,2}$, рассеиваемая на транзисторе VT2, максимальные значения напряжения коллектор—эмиттер $U_{кэ\,max\,2}$ и тока коллектора $I_{к\,max\,2}$ равны:

$$P_{рас\,2} = E_п^2 / 4R_{13}; \; U_{кэ\,max\,2} = E_п; \; I_{к\,max\,2} = E_п / R_{13}. \qquad (4)$$

Соотношения (4) используют для выбора транзистора VT2. Желательно, чтобы он был низкочастотным для исключения возможности самовозбуждения устройства. Как правило, транзистор VT4 выбирают того же типа, что и транзистор VT2, что облегчает настройку стабилизатора напряжения базового смещения.

Резисторы R6 и R11 стабилизируют угол отсечки коллекторных токов транзисторов VT1 и VT3. Их сопротивления (Ом) могут быть рассчитаны по эмпирическому выражению

$$R = 30/I_{к\,доп}, \qquad (5)$$

где $I_{к\,доп}$ — максимально допустимый ток коллектора транзистора VT1 или VT3 в амперах, справочная величина.

Резистор R16 установлен в цепи обратной связи, он слабо влияет на работу стабилизатора и его сопротивление может быть выбрано в пределах 30...70 Ом.

Требуемый угол отсечки токов коллекторов транзисторов VT1 и VT3 устанавливают подбором резистора R17, и для линеаризации начального участка их амплитудных характеристик сопротивление резистора R17 надо выбирать в пределах 100...500 Ом.

При отсутствии резистора R17 резистор R18 определяет коллекторные токи транзисторов VT1 и VT3 в режиме молчания, его сопротивление выбирают в пределах 1...3 кОм.

Дроссель L4 устраняет шунтирующее действие низкого сопротивления резистора R11. Его индуктивность (в мкГн) может быть выбрана из условия

$$L4 \ge 20/f_{ср}, \qquad (6)$$

где $f_{ср}$ — средняя частота полосы пропускания разрабатываемого усилителя, МГц.

Резистор R12 повышает устойчивость усилителя, его сопротивление выбирают в пределах 24...30 Ом.

Расчет трансформатора сопротивлений. Традиционно трансформаторы сопротивлений выполняют в виде фильтров нижних частот [1]. Это во многом обусловлено наличием разработанной методики расчета таких трансформаторов, основанной на использовании таблиц нормированных значений элементов [1]. Недостаток этих трансформаторов — значительное увеличение их коэффициента стоячей волны (КСВ) по входу при увеличении коэффициента трансформации $K_{тр}$ и относительной полосы рабочих частот $W = f_в/f_н$, где $f_в$, $f_н$ — верхняя и нижняя граничные частоты разрабатываемого усилителя.

Указанный недостаток в значительной степени устраняется при использовании трансформатора, выполненного в виде полосового фильтра и состоящего из элементов L7, C12, C13, L8, благодаря увеличению его коэффициента отражения вне полосы рабочих частот. Однако отсутствие методики расчета такого трансформатора затрудняет его применение.

В **табл. 1** приведены результаты вычислений нормированных значений элементов L7, C12, C13, L8. Расчеты сделаны по методике, описанной в [4], для коэффициента трансформации, лежащего в пределах $K_{тр}$ = 6...20, и для относительной полосы рабочих частот W = 1,3. Здесь же даны значения КСВ трансформатора по входу, соответствующие заданным значениям $K_{тр}$.

Таблица 1

$K_{тр}$	6	8	10	15	20
L7н	0.271	0.226	0.200	0.153	0.129
C12н	2.265	2.967	3.491	4.960	6.091
C13н	1.499	1.556	1.599	1.722	1.808
L8н	1.131	1.00	0.929	0.798	0.731
КСВ	1.023	1.026	1.028	1.032	1.036

Истинные значения элементов L7, C12, C13, L8 рассчитывают по формулам:

$$L7 = L7_н \cdot R_н / 2\pi f_{ср}; \; C12 = C12_н / R_н 2\pi f_{ср}.$$
$$L8 = L8_н \cdot R_н / 2\pi f_{ср}; \; C13 = C13_н / R_н 2\pi f_{ср}. \qquad (7)$$

Требуемый коэффициент трансформации трансформатора разрабатываемого усилителя находят из выражения

$$K_{тр} = R_н / R_{опт}.$$

Расчет корректирующих цепей. Методика расчета корректирующих цепей, используемых в усилителе, представленном на рис. 2, описана в [5]. Она позволяет реализовать усилительные каскады с максимально возможным коэффициентом усиления при одновременном обеспечении заданного допустимого уклонения амплитудно-частотной характеристики от требуемой формы.

В **табл. 2** приведены результаты вычислений нормированных значений элементов первой и второй корректирующих цепей для относительной полосы рабочих частот, лежащей в пределах W = 1,05...1,3 и для неравномерности амплитудно-частотной характеристики, равной ±0,25 дБ.

Результаты вычислений даны для различных значений: $R_{вх\,н1} = R_{вх1}/R_г$ и $R_{вх\,н3} = R_{вх3}/R_{вых1}$, где $R_{вх1}$, $R_{вых1}$ — входное и выходное сопротивления однонаправленной модели транзистора VT1; $R_{вх3}$ — входное сопротивление однонаправленной модели транзистора VT3 [5]. Данные в скобках соответствуют нормированным значениям элементов второй корректирующей цепи.

Истинные значения элементов C2, C3, L1 и C6, C9, L3 рассчитывают по формулам:

$$C2 = C2_н / R_г 2\pi f_{ср}; \; C3 = C3_н / R_г 2\pi f_{ср};$$
$$L1 = L1_н \cdot R_г / 2\pi f_{ср};$$
$$C6 = C6_н / R_{вых1} 2\pi f_{ср}; C9 = C9_н / R_{вых1} 2\pi f_{ср};$$
$$L3 = L3_н \cdot R_{вых1} / 2\pi f_{ср}. (8)$$

Таблица 2

Относительная полоса рабочих частот	$R_{вхн1}$ ($R_{вхн3}$)	C2н (C6н)	C3н (C9н)	L1н (L3н)
W=1,05	0.0057	2.036	11.819	0.081
	0.0054	2.051	9.732	0.097
	0.0043	2.072	7.868	0.119
	0.0	2.115	5.780	0.159
W=1,1	0.0347	0.907	3.606	0.231
	0.0330	0.933	2.993	0.271
	0.0250	0.981	2.310	0.334
	0.0	1.063	1.705	0.417
W=1,2	0.0705	1.004	2.622	0.278
	0.0680	1.038	2.216	0.318
	0.0540	1.108	1.707	0.387
	0.0	1.260	1.199	0.485
W=1,3	0.106	0.963	2.056	0.307
	0.102	1.006	1.708	0.355
	0.080	1.091	1.311	0.426
	0.0	1.283	0.919	0.517

Пример расчета. Спроектируем стабилизатор напряжения базового смещения, выходной трансформатор сопротивлений и корректирующие цепи усилителя, предназначенного для работы в 50-омном тракте ($R_г = R_н$ = 50 Ом) в составе радиостанции диапазона 140...150 МГц с выходной мощностью 110 Вт, схема которого приведена на рис. 2.

В соответствии с описанной методикой расчета стабилизатора напряжения базового смещения по требуемой выходной мощности и диапазону рабочих частот выберем транзисторы VT1 и VT3 соответственно КТ930Б и 2Т971А.

По справочным данным транзистора 2Т971А [3] найдем $E_п$ = 28 В; $U_{ост}$ = 1 В; $P_{вых\,max}$ = 150 Вт; β_0 = 50; сопротивление базы $r_б$ = 0,083 Ом. По соотношениям (1)...(3) определим $R_{опт}$ = 2,4 Ом; R13 ≤ 97 Ом. Для снижения мощности, рассеиваемой на резисторе R13, выберем его равным 24 Ом. В дальнейших расчетах будем учитывать, что для повышения надежности усилителя напряжение его питания выбрано равным 24 В. Согласно (4) $P_{рас2}$ = 1,5 Вт; $U_{кэ\,max\,2}$ = 24 В; $I_{к\,max\,2}$ = 0,25 А. Исходя из этого выберем транзисторы VT2 и VT4 КТ815Г. Из (5) найдем R6 = 3 Ом, R11 = 1,8 Ом. Учитывая, что транзистор VT1 работает в облегченном режиме, для устранения шунтирующего действия низкоомного сопротивления R6 увеличим его сопротивление до 12 Ом. Сопротивление резистора R16 примем равным 43 Ом, резистора R18 — 2 кОм, а резистора R12 — 24 Ом. По (6) определим L4 = 140 нГн.

Требуемый коэффициент трансформации трансформатора, образованного элементами L7, C12, C13, L8, равен $K_{тр} = R_н/R_{опт}$ 50/2,4 = 20,8. Относительная полоса рабочих частот усилителя равна W = 150/140 = 1,04. Ближайшее значение $K_{тр}$ в табл. 1 равно $K_{тр}$ = 20. Для этого значения из табл. 1 найдем $L7_н$ = 0,129; $C12_н$ = 6,091; $C13_н$ = 1,808; $L8_н$ = 0,731. Средняя частота полосы пропускания $f_{ср}$ =145 МГц. Денормируя по (7) элементы $L7_н$, $C12_н$, $C13_н$, $L8_н$, получим L7 = 7,1 нГн; C12 = 133 пФ; C13 = 39 пФ; L8 = 40 нГн.

Для расчета корректирующей цепи, состоящей из элементов C6, C9, L3,

напомним, что значение входного сопротивления для однонаправленной модели транзистора VT3 составляет $R_{вх3} = r_б = 0{,}083$ Ом. По справочным данным транзистора КТ930Б [3] найдем $R_{вых1} = U_{кэ\,max}/I_{к\,max} = 5$ Ом, где $U_{кэ\,max}$, $I_{к\,max}$ — максимально допустимые постоянное напряжение коллектор—эмиттер и постоянный ток коллектора транзистора КТ930Б, справочные величины [3].

Нормированное значение $R_{вх3}$ равно: $R_{вхн3} = 0{,}083/5 = 0{,}0166$. Из табл. 2 следует, что W = 1,05 не может быть реализована при $R_{вхн3} > 0{,}0057$. Это обусловлено уменьшением добротности рассматриваемой цепи с увеличением $R_{вхн3}$. Поэтому выберем W =1,1. Ближайшее табличное значение $R_{вхн3}$ для W = 1,1 равно: $R_{вхн3} = 0{,}025$. Для указанных значений $R_{вхн3}$ и W из табл. 2 найдем: $C6_н = 0{,}981$; $C9_н = 2{,}31$; $L3_н = 0{,}334$. Денормируя приведенные значения элементов, по соотношениям (8) определим C6 = 216 пФ; C9 = 506 пФ; L3 = 1,8 нГн.

Для расчета корректирующей цепи, состоящей из элементов C2, C3, L1 по справочным данным транзистора КТ930Б [3], найдем $r_б$= 0,085 Ом. Нормированное значение $R_{вх1}$ равно: $R_{вхн1} = 0{,}085/50 = 0{,}0017$. Из табл. 2 для W = 1,05 и $R_{вхн1} = 0{,}0$ имеем $C2_н = 2{,}115$; $C3_н = 5{,}78$; $L1_н = 0{,}159$. Денормируя приведенные значения элементов, по (8) определим: C2 = 47 пФ; C3 = 128 пФ; L3 = 9 нГн.

По результатам расчета был изготовлен и настроен усилитель. Чертеж печатной платы с элементами приведен на **рис. 3**. На **рис. 4** показана фотография внешнего вида усилителя.

Печатную плату (см. рис. 3) размерами 130×90 мм изготавливают из фольгированного с двух сторон стеклотекстолита толщиной 2...3 мм. Там, где общий проводник подходит к краю платы, следует металлизировать торцы, что может быть сделано с помощью медной фольги, припаянной к нижней и верхней поверхностям платы. Металлизация необходима для устранения паразитных резонансов и "заземления" нужных участков печатной платы. Основными рекомендациями при разводке печатных плат рассматриваемых усилителей и их настройки являются минимизация пути протекания сигнального тока, гальваническое соединение всех участков общей шины, минимизация длины выводов резисторов, транзисторов и конденсаторов, включаемых в высокочастотный тракт.

Как видно на фотографии, оба вывода конденсатора C13 трансформатора импедансов припаяны к металлизированным площадкам керамической подложки размерами 18×6 мм, прижатой к корпусу усилителя. У элементов L7, C12 и L8 трансформатора один из выводов припаян к керамической подложке. Это необходимо для устранения перегрева элементов трансформатора.

Рис. 4

Технические характеристики

Максимальный уровень выходной мощности, Вт . .не менее 110
Полоса пропускания, МГц . . .140...150
Неравномерность АЧХ, дБ . . . .±1,5
Коэффициент усиления, дБ 17
Напряжение питания, В 24
Потребляемый ток в режиме молчания, мА . . . . 50...200 мА
Максимальное значение потребляемого тока, А 10
Потребляемый ток при коротком замыкании или холостом ходе, А . . . . 2...5
Сопротивление генератора и нагрузки, Ом 50
Габаритные размеры корпуса, мм . . .140×120×35

При длительной эксплуатации усилитель необходимо устанавливать на радиатор с принудительной вентиляцией.

Предложенная методика расчета выходных каскадов полосовых усилителей мощности достаточно точна и позволяет сократить время, необходимое для проектирования и экспериментальной отработки макетов.

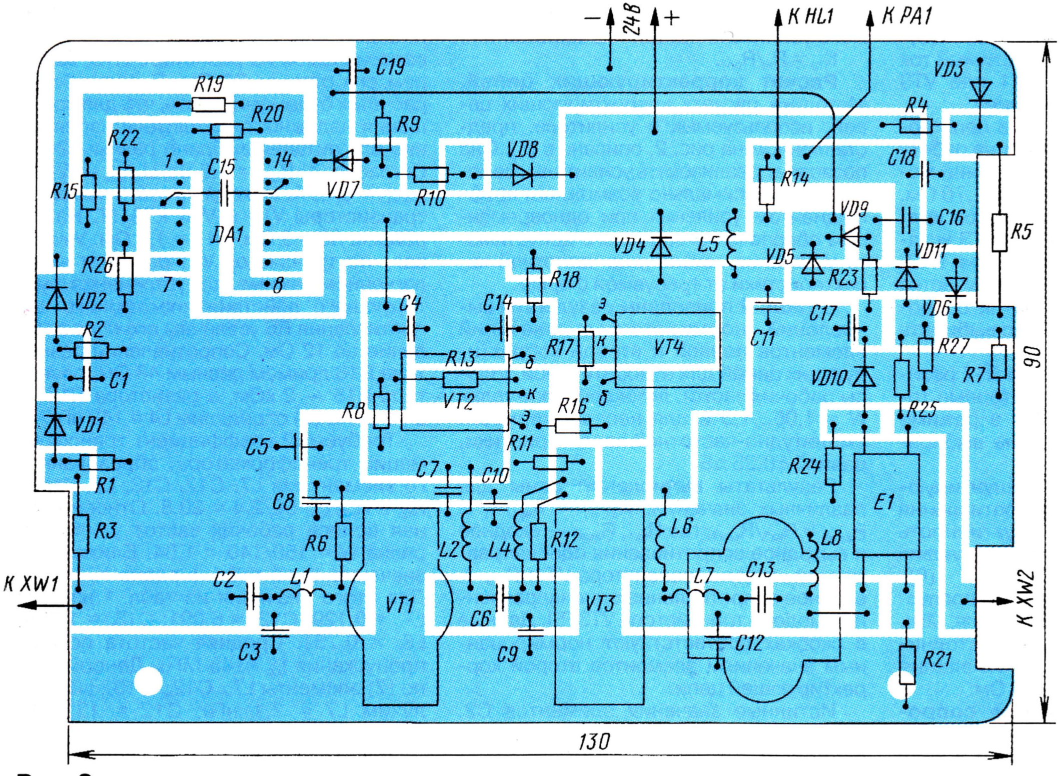


Рис. 3

ЛИТЕРАТУРА

1. Радиопередающие устройства / **В. В. Шахгильдян, В. Б. Козырев, А. А. Ляховкин** и др. Под ред. В. В. Шахгильдяна. — М.: Радио и связь, 2003. — 560 с.

2. **Титов А. А., Ильюшенко В. Н.** Транзисторные усилители мощности с повышенными энергетическими характеристиками. — Томск.: Изд-во ИОА СО РАН, 2004. — 286 с.

3. **Петухов В. М.** Транзисторы и их зарубежные аналоги. Справочник, в 4-х томах. — М.: Издательское предприятие РадиоСофт, 2000.

4. **Титов А. А., Григорьев Д. А.** Параметрический синтез межкаскадных корректирующих цепей высокочастотных усилителей мощности. — Радиотехника и электроника, 2003, № 4, с. 442—448.

5. **Титов А. А.** Синтез параметров корректирующей цепи третьего порядка узкополосной усилительной ступени. — Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника, 2003, № 12, с. 29—35.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев, фото — А. Рассстригин

На какой высоте над крышей дома установить УКВ антенну?

Александр ЮРКОВ (RA9MB), г. Омск

Наверное, каждому радиолюбителю при установке антенны приходилось выбирать высоту мачты. Очевидно, что чем выше мачта — тем лучше. Но высокая мачта — это дополнительные материалы, оттяжки и трудности в установке. Если антенну устанавливают на крыше достаточно высокого дома, то замена, например, мачты высотой 5 м на мачту высотой 10 м лишь незначительно изменит общую высоту. Действительно, если высота дома, скажем, 30 м, то в первом случае высота антенны над землей будет 35 м, а во втором — 40 м. Разница в общей высоте небольшая, в то время как затраты материалов и сил во втором случае намного больше.

В то же время применить совсем низкую мачту даже на высоком доме нельзя, так как отражение волн от крыши направит главный лепесток диаграммы направленности вверх и эффективность антенны упадет. Как рационально выбрать высоту мачты УКВ антенны при установке ее на достаточно высоком доме? Задумавшись над этим вопросом, автор провел некоторое теоретическое исследование, результатам которого и посвящена данная статья.

Сразу хотелось бы сделать следующие замечания:

1. Все, что здесь изложено, относится к случаю, когда высота и размеры дома значительно больше длины волны. Поэтому к КВ антеннам это отношения не имеет.

2. Рассматривался случай, когда ширина диаграммы направленности антенны такая, что крыша дома "попадает в лепесток". Даже при направленных УКВ антеннах, обычно применяемых радиолюбителями, и сравнительно небольших высотах мачты это обычно выполняется.

3. Автор не счел нужным приводить довольно сложную математику и ограничился лишь результатами. Профессиональных радиофизиков среди радиолюбителей немного, а остальным способ получения результата неинтересен.

Определим обозначения (**рис. 1**,а). Пусть H — высота дома, h — высота мачты, на которой установлена антенна. Общая высота антенны над землей, естественно, равна H + h. D — расстояние от места установки мачты до края крыши в направлении на корреспондента (крыша считается плоской), λ — длина волны. Все размеры, в том числе и длина волны, должны быть в одних и тех же единицах, например в метрах.

Влияние крыши дома на работу антенны будем характеризовать коэффициентом F, который называется дифракционным множителем и показывает, во сколько раз напряжение на входе приемника корреспондента меньше или больше по сравнению со случаем, когда антенна установлена на мачте высотой H + h, стоящей прямо на земле (рис. 1,б). Например, если F = 0,5, то за счет влияния крыши напряжение на входе приемника корреспондента упадет в два раза и для получения сигнала такого же, как в случае рис. 1,б, придется увеличить мощность передатчика в четыре раза (мощность пропорциональна квадрату напряжения).

Совершенно ясно, что если при какой-то высоте мачты получится, что

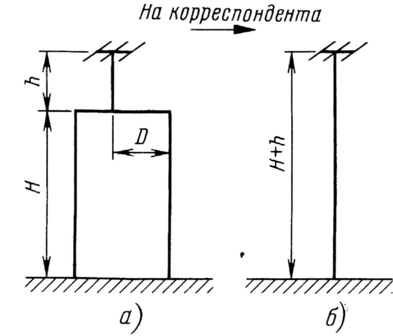


Рис. 1

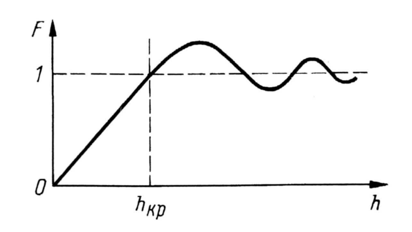


Рис. 2

дифракционный множитель F близок к единице, то дальнейшее увеличение высоты мачты незначительно улучшит качество связи лишь за счет увеличения общей высоты антенны над землей.

Если же F существенно меньше единицы, то влияние крыши дома сильнее и фактически эффективной высотой антенны является не общая высота над землей, а высота антенны над крышей. Таким образом, для рационального выбора высоты мачты необходимо знать, как меняется дифракционный множитель F при изменении высоты мачты h.

Качественно график зависимости F от h для нулевого угла возвышения показан на **рис. 2** сплошной линией. Эта зависимость описывается весьма сложными формулами, но, к счастью, для практических целей ее вполне можно приближенно заменить простой зависимостью: при высоте мачты меньше, чем некоторая критическая высота $h_{кр}$ (формулу для $h_{кр}$ см. ниже), дифракционный множитель, а следовательно, и напряженность поля в точке приема пропорциональны высоте мачты h, а при высоте мачты больше, чем $h_{кр}$, дифракционный множитель примерно равен единице и, следовательно, влияние крыши отсутствует.

Осциллирующий характер (колебания) кривой при $h>h_{кр}$ указывает на интерференцию прямой волны и отраженной от края крыши. Незначительный выигрыш удается получить при h, ненамного большей $h_{кр}$ (первый дифракционный максимум).

Таким образом, практическая рекомендация весьма проста — надо выбирать высоту мачты больше, чем $h_{кр}$ (лучше с некоторым запасом).

Осталось записать формулу для расчета $h_{кр}$. Для дифракционного множителя при малых высотах мачты автором получена формула

$$F = \frac{2h}{\sqrt{\lambda \cdot D}}.$$

При высоте, равной критической, дифракционный множитель по этой формуле должен быть равен единице. Отсюда легко получить формулу для определения $h_{кр}$:

$$h_{кр} = \frac{\sqrt{\lambda \cdot D}}{2}.$$

Обратим внимание, что критическая высота зависит от расстояния от места установки антенны до края крыши D в направлении на корреспондента. Поскольку радиолюбителя, как правило, интересует работа в самых различных направлениях, надо выбирать самый худший случай — самое большое значение D.

Ну и, наконец, приведем пример расчета. Пусть длина дома составляет 100 м, антенна расположена посередине, тогда самое большое значение D — 50 м. Расчет сделаем для длины волны λ = 2 м. Перемножая 50 на 2, получим 100, извлекаем квадратный корень из 100, получаем 10, делим 10 на 2 и получаем критическую высоту мачты 5 м. Таким образом, в этом случае мачта должна быть высотой не менее 5 м. Делать существенно большую высоту имеет смысл только с целью увеличения общей высоты антенны над землей, но тогда высота мачты должна быть сравнима с высотой дома (иначе общая высота изменится незначительно). Делать мачту меньшей высоты — это потерять в силе сигнала за счет отражения волн от крыши.

Автору хотелось бы надеяться, что данная статья поможет коллегам — радиолюбителям более осмысленно подходить к выбору высоты мачты УКВ антенн. Также автор был бы рад получить отклики на его скромное исследование.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Динамический диапазон 93 дБ у трансивера FT-840

Александр ШАМАРДИН (UA9SEK), с. Грачевка Оренбургской обл.

Прошло более десяти лет с момента начала выпуска фирмой YAESU трансивера FT-840, одного из самых распространенных в нашей стране зарубежных трансиверов. Но до сих пор трансивер пользуется устойчивым спросом благодаря хорошим эксплуатационным характеристикам, простоте, надежности и относительно низкой цене. Однако при многих его положительных качествах существует и некая существенная "ложка дегтя", которая не то чтобы отравляет жизнь владельцам FT-840, нет, она порой создает некий дискомфорт от невозможности слушать и... слышать. Имя ее — "недостаточный динамический диапазон". Как с ней бороться "в отдельно взятом трансивере" — рассказывает эта статья.

Несколько лет назад в Интернете на сайте кубанских радиолюбителей [1] появилась статья Ю. Н. Зайцева (UA6CR) и Г. Г. Сокола (UA6CL) "Доработки и изменения в трансивере FT-840". В статье впервые приведены результаты измерений реального динамического диапазона трансивера и даны конкретные рекомендации по повышению качества работы его приемного тракта. Основная суть статьи в следующем: измеренный авторами двухсигнальным методом (при расстройках 5 и 10 кГц) динамический диапазон по IMD_3 (интермодуляционным искажениям третьего порядка) приемного тракта трансивера оказался равен всего лишь 48 дБ. Анализ схемы и измерения режимов усиления сигнала показали, что главная причина — в перегрузке второго смесителя, так как усилитель первой ПЧ имеет чрезмерно большой коэффициент усиления, а второй смеситель выполнен не по балансной схеме. Авторы уменьшили $K_{ус}$ первого УПЧ, сохранив общий коэффициент усиления приемного ВЧ тракта увеличением усиления по второй ПЧ. Для этого между стоком и первым затвором транзистора усилителя первой ПЧ включили цепь ООС, состоящую из последовательно включенных резистора и конденсатора. Тщательно настроив контуры ПЧ и увеличив усиление по второй ПЧ (в трансивере имеется соответствующая регулировка), восстановили чувствительность. После такой переделки динамический диапазон трансивера по IMD_3 увеличился до 72 дБ, а по компрессии второго смесителя — на 10 дБ.

Переделав свой FT-840, согласно рекомендациям в статье, я действительно получил "динамику" 72 дБ по интермодуляции третьего порядка. Измерения проводил по методике, описанной в [2, 3], с помощью двух кварцевых генераторов с частотами 4100 и 4112 кГц, сумматора сигналов и аттенюатора.

И хотя динамический диапазон стал на 24 дБ больше, по моему мнению, этот показатель не соответствует требованиям современного спортивного аппарата. Также не давало покоя упоминание в статье о недостатках второго смесителя (его схема показана на **рис. 1**). Поэтому я и решил заменить второй смеситель в приемном тракте трансивера на диодный кольцевой.

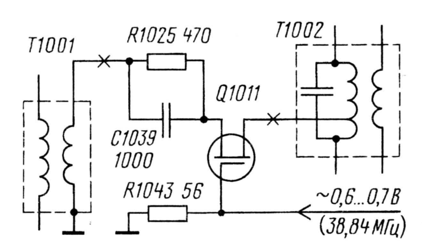


Рис. 1

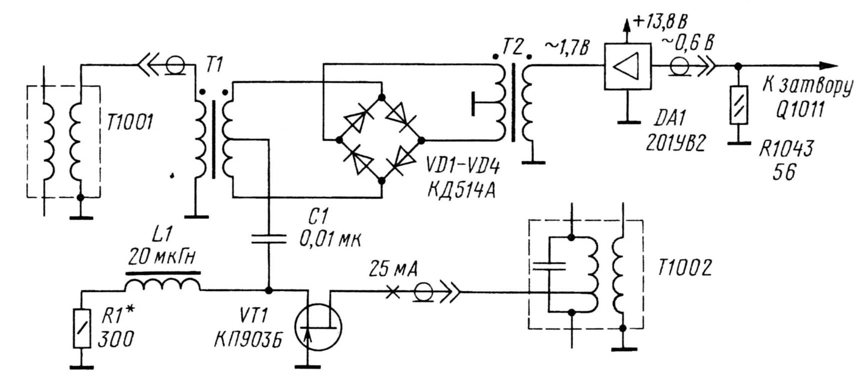


Рис. 2

Схема смесителя на элементах T1, VD1—VD4, T2, установленного взамен штатного, приведена на **рис. 2**. Транзистор VT1 работает в линейном режиме при токе покоя 20...25 мА. Он предназначен для компенсации потерь в пассивном смесителе (5...6 дБ) и согласования низкого выходного сопротивления смесителя с нагрузкой. Коэффициент усиления каскада — 12 дБ. Сток транзистора VT1 подключен к отводу контура T1002. Резонансная частота настройки контура (8215 кГц) при этом практически не изменяется. Микросхема DA1 усиливает сигнал второго гетеродина трансивера (38,84 МГц) до уровня 1,5...1,7 В, необходимого для нормальной работы смесителя.

Измерения, проведенные тем же двухсигнальным методом с SSB фильтром с полосой 2,4 кГц, дали результат 93 дБ по интермодуляции третьего порядка. Шумы всего тракта приема заметно снизились при сохранении высокой чувствительности (50 нВ — пороговая и 0,15 мкВ — реальная при соотношении сигнал/шум 12 дБ). Измерения с CW фильтром с полосой 500 Гц не проводились ввиду отсутствия такового, но предполагаю, что цифры могут быть на 8...10 дБ больше. По компрессии усилитель на транзисторе VT1 не измерялся.

Все детали смесителя размещены на плате размерами 35×25 мм из двусторонне фольгированного фторопласта (можно применить и стеклотекстолит) толщиной 1,5 мм. Монтаж навесной, на "пятачках", по методике, описанной в [4]. Плата припаяна вертикально, перпендикулярно общему проводу основной платы трансивера около контуров T1001—T1003. Под винтовое крепление транзистора VT1 в плате смесителя просверлено отверстие диаметром 5 мм. Транзистор закреплен гайкой M5, служащей, как и обратная сторона платы, теплоотводом. Выступающую за гайку оставшуюся часть винта транзистора можно отпилить.

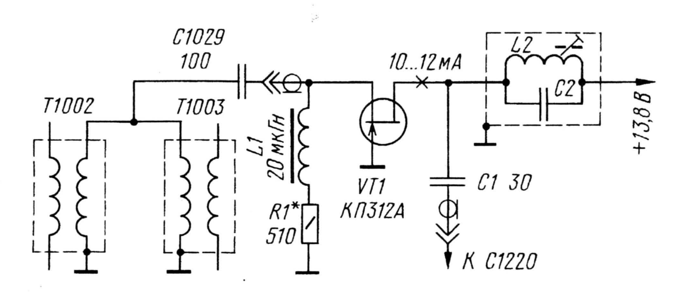


Рис. 3

Трансформаторы Т1 и Т2 намотаны на кольцевых магнитопроводах типоразмера К7×4×2 из феррита 1000НН. Обмотки содержат 3×4 витка из свитых вместе проводов ПЭВ-2 0,2. Дроссель L1 намотан проводом ПЭВ-2 0,2 в один слой до заполнения на кольцевом магнитопроводе типоразмера К4×2×1,5 из феррита 1000НМ. Микросхема DA1 — гибридный двухкаскадный широкополосный усилитель (12...80 МГц) от промышленной радиостанции. Ее можно заменить любой микросхемой широкополосного высокочастотного усилителя с $К_{ус}$, равным 10...12 дБ, или выполнить этот каскад на маломощном транзисторе, как в [5].

Смеситель с усилителем подключают вместо Q1011, R1025, С1039 между точками, показанными на рис. 1 крестиками, для чего печатные проводники на основной плате трансивера в указанных местах перерезают. Цепь затвора транзистора Q1011 можно оставить без изменения. Все соединения между платой смесителя и основной платой выполнены коаксиальным кабелем РК50-1-12.

Как показала практика работы в эфире, подавитель импульсных помех (ПИП) трансивера FT-840 хорошо подавляет монотонную помеху (типа "дятел"), идущую с уровнем более 8 баллов по S-метру, и практически не работает при малых уровнях сигнала помехи. Видимо, усиления двух каскадов ПИП, выполненного на транзисторах Q1055 и Q1056, недостаточно. Добавление еще одного каскада в тракт УПЧ приемника импульсных помех (**рис. 3**) позволило улучшить этот параметр на 4...5 баллов по S-метру. Каскад включается в разрыв цепи между конденсаторами С1029 и С1220.

Монтаж дополнительного каскада выполнен навесным способом рядом с транзистором Q1055. Вместо конденсатора С1029 емкостью 100 пФ установлен конденсатор емкостью 470 пФ. Контур L2C2 — малогабаритный контур ПЧ на 10,7 МГц от импортного радиоприемника или магнитолы, перестроенный на частоту ПЧ трансивера (8215 кГц). Конструкция дросселя L1 такая же, как в смесителе. Элементы R1 и С1 — для поверхностного монтажа типоразмера 0805 или 1206.

Трансивер с описанной доработкой эксплуатируется мною уже более года. Качество приема сигнала позволяет говорить о том, что аппарат встал в один ряд с более совершенными и дорогими трансиверами 1-го и 2-го классов.

ЛИТЕРАТУРА

1. **http://www.cqham.ru/840_mods.htm**.
2. **Дроздов В.** В. Любительские KB трансиверы. — М.: Радио и связь, 1988.
3. **Скрыпник В. А.** Приборы для контроля и налаживания радиолюбительской аппаратуры. — М.: Патриот, 1990.
4. **Жутяев С. Г.** Любительская УКВ радиостанция. — М.: Радио и связь, 1981.
5. **Ред Э. Т.** Схемотехника радиоприемников. — М.: Мир, 1989, с. 25.

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

ГЕТЕРОДИН ДИАПАЗОНА УВЧ

Игорь НЕЧАЕВ (UA3WIA), г. Курск

При изготовлении радиоаппаратуры диапазона УВЧ (300...3000 МГц), такой как конвертеры и трансвертеры на 432, 1296 или 2400 МГц, нередко возникает проблема построения гетеродинов. Традиционно для этого использовали кварцевый генератор, работающий на частоте в интервале 50...150 МГц, и несколько каскадов умножителей. Большое число резонансных каскадов делает такую конструкцию громоздкой, сложной в настройке и ненадежной в работе, особенно при изменении температуры окружающей среды. Применение современной элементной базы дает возможность решить эту проблему на новом уровне.

Появление в последние годы специализированных микросхем синтезаторов частоты позволяет сделать конструкцию гетеродина малогабаритной, а его параметры более стабильными. Схема генератора ВЧ (гетеродина) на такой микросхеме показана на **рис. 1**. Основой генератора служит специализированная микросхема синтезатора частоты из серии ADF411x фирмы Analog Devices (**http://www.analog.com/en/prod/0,2877,ADF4113,00.html**). Эти микросхемы работают при напряжении питания 2,7...5,5 В. В зависимости от типа диапазон рабочих частот у них будет различным (**табл. 1**).

В состав микросхемы входят несколько узлов разного функционального назначения: усилители сигнала ВЧ и образцового генератора, программируемый предварительный делитель (ПД) ВЧ, делители с программируемым коэффициентом деления (ДПКД), фазовый детектор, мультиплексор и устройство управления. Наличие в микросхеме усилителей обеспечивает высокую чувствительность по входам, а возможность программирования коэффициентов деления позволяет получать различные частоты и использовать при этом доступные кварцевые резонаторы для образцового генератора.

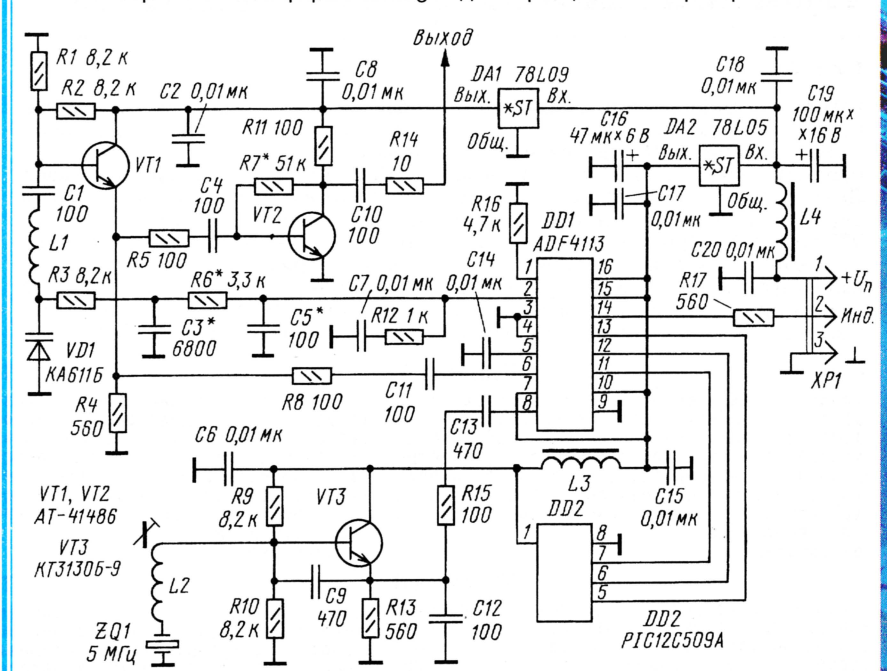


Рис. 1

Таблица 1

Тип микросхемы	$F_{мин}$, МГц	$F_{макс}$, МГц	$I_{потр}$, мА
ADF4110	80	550	5,5
ADF4111	80	1400	5,5
ADF4112	200	3700	7,5
ADF4113	200	4000	11

Частота гетеродина предварительно определяется по формуле $F_{ген} = (PB+A)F_{ог}/R$, где Р — коэффициент деления ПД (8/9, 16/17, 32/33, 64/65); В — коэффициент деления 13-разрядного ДПКД (3...8191); А — коэффициент деления 6-разрядного ДПКД (0...63); R — коэффициент деления ДПКД образцового генератора (1...16389); $F_{ог}$ — частота образцового генератора (5...10 МГц).

Более подробную информацию и программу для расчета коэффициентов деления также можно найти на сайте фирмы <**http://www.analog.com/AnalogRoot/static/techSupport/designTools/interactiveTools/rfpll/adf411X.html/**>.

Коды коэффициентов деления и режимов работы синтезатора записывают в устройство управления. Необходимые данные передаются в микросхему

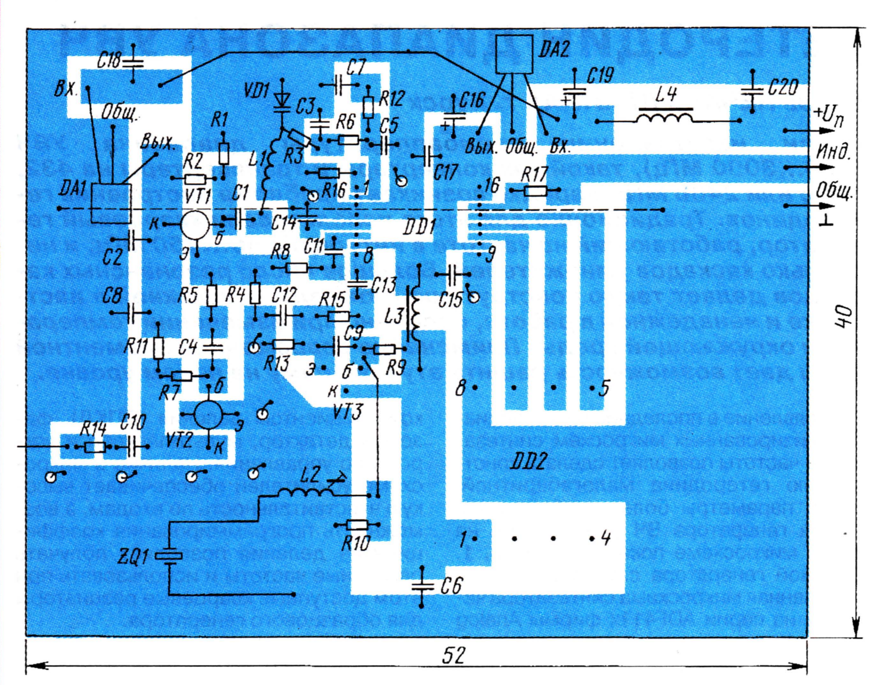


Рис. 2

DD1 по шинам LE (вывод 13), DATA (вывод 12) и CLK (вывод 11).

На транзисторе VT1 выполнен ВЧ генератор, управляемый напряжением. Для перестройки генератора по частоте служит варикап VD1. На транзисторе VT2 собран буферный усилитель, с выхода которого и снимают сигнал. Каскад на транзисторе VT3 — образцовый генератор с кварцевой стабилизацией частоты. Все узлы устройства питаются от интегральных стабилизаторов напряжения DA1 и DA2. Для управления синтезатором служит микроконтроллер (микросхема DD2).

После включения питания микроконтроллер посылает управляющие команды на микросхему DD1, после чего переходит в ждущий режим. Управляющее напряжение с вывода 2 микросхемы поступает на варикап VD1 генератора ВЧ и подстраивает его частоту под запрограммированное значение. Мультиплексор микросхемы DD1 запрограммирован так, что при нормальной работе системы фазовой автоподстройки частоты на выводе 14 присутствует высокий логический уровень. Поэтому, подключив к контакту 2 вилки XP1 светодиод, можно контролировать работу устройства.

Все детали устройства размещают на печатной плате из двусторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1—1,5 мм, чертеж которой показан на **рис. 2**. Детали установлены со стороны печатных проводников. Другая сторона платы оставлена полностью металлизированной. Она соединена с общим проводом первой стороны короткими отрезками провода, пропущенными через отверстия в плате, а также припаянной по периметру платы полоской фольги. Для уменьшения влияния образцового генератора на генератор ВЧ на плате следует установить экранирующую перегородку (показано штриховой линией).

В устройстве можно применить детали: транзисторы КТ3132 (VT3) — с любым буквенным индексом; стабилизаторы напряжения — любые маломощные для стабилизации напряжения +9 В (DA1) и +5 В (DA2); полярные конденсаторы использованы танталовые для поверхностного монтажа, неполярные – бескорпусные К10-17в или аналогичные импортные; все резисторы РН1-12 типоразмера 1206. Кварцевый резонатор ZQ1 — РГ-05, К1 или аналогичные. Катушка генератора L1 — отрезок посеребренного провода длиной 4...20 мм (в зависимости от частоты 1296 или 2400 МГц), а для частоты 400 МГц — 3 витка провода диаметром 0,5 мм (автор использовал центральный проводник ВЧ кабеля). Катушка L2 может быть любой конструкции, ее необходимость определяется типом и частотой кварцевого резонатора. Дроссели L3, L4 — ЕС24 индуктивностью 10...50 мкГн.

При монтаже устройства следует обратить внимание на то, что точка соединения элементов R3, L1 и VD1 не имеет контакта с общим проводом на печатной плате.

Далее в таблицах приведены тексты HEX-файлов "прошивки" микроконтроллера для частоты 1150 МГц (**табл. 2**) и частоты 1267,5 МГц (**табл. 3**), при частоте кварцевого генератора 5 МГц и частоте сравнения фазового детектора 2,5 МГц. Генератор с частотой 1150 МГц можно использовать для построения конвертера или трансвертера с базовой частотой 144 МГц, а 1267,5 МГц — с базовой частотой 28,5 МГц. Текст файла в **табл. 4** — для частоты генератора 2,256 ГГц, при частоте образцового генератора 16 МГц и частоте сравнения фазового детектора 8 МГц. Этот генератор можно использовать для построения конвертера 2400/145 МГц (базовая частота 145 МГц). Текст файла в **табл. 5** — для частоты генератора 404 МГц, частоты образцового генератора 10,1 МГц и частоты фазового детектора 5,05 МГц. Такой генератор можно использовать для построения трансвертера 432/28 МГц. Изменяя управляющую программу, можно корректировать выходную частоту, применяя образцовые генераторы на другие частоты.

Налаживание начинают с проверки работоспособности стабилизаторов напряжения, а затем переходят к регулировке синтезатора. Контролируют частоту и выходную мощность (1...5 мВт) на выходе. Длину отрезка провода, из которого выполнена катушка L1, подбирают такой, чтобы при запрограммированной частоте напряжение на конденсаторе C7 было в пределах 2...3 В, это повысит устойчивость работы в температурном диапазоне. Если напряжение на C7 близко к нулю, то длину провода надо увеличить. Если это напряжение близко к напряжению питания (+5 В), то длину надо уменьшить. Номиналы элементов пропорционально-интегрирующего фильтра C3, C5 ,C7, R6, R12 при необходимости подбирают по наилучшему качеству сигнала генератора (отсутствие самовозбуждения, минимум шума и ширины спектральной линии). Катушку L2 устанавливают, если частота образцового генератора отличается в большую сторону от требуемой, если же она меньше, то вместо нее следует установить конденсатор.

Таблица 2

```
:10000000160A2800080C27000304680303060A0ADE
:100010002604 0B0A2605060500000000000604E70278
```

Таблица 3

Таблица 4

Таблица 5

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев

К 60-летию Победы

"Радиосвязь в Великой Отечественной"

Валерий ГРОМОВ (RA3CC), г. Москва

В наши дни — через 60 лет после окончания Великой Отечественной войны, очень непросто собирать и тщательно восстанавливать технику связи, которая использовалась в те годы. Но энтузиасты по всей стране продолжают ее поиск, а во многих городах появляются пусть небольшие "музеи связи". Мы представляем читателям журнала "Радио" экспозицию аппаратуры радиосвязи, развернутую в помещениях ООО "Фирма РКК" в Москве. В ней представлена техника связи, применявшаяся в период 1941—1945 гг. Есть в ней и образцы коротковолновой аппаратуры с "любительской предысторией", успешно использовавшейся как в Красной Армии, так и нашими союзниками.

Наша экспозиция называется "Радиосвязь в Великой Отечественной". Она содержит приемники, передатчики и радиостанции советского производства и поставлявшиеся в СССР по Соглашению о ленд-лизе из США, Канады и Англии, а также образцы трофейной немецкой аппаратуры. Всего в ней сейчас около 70 крупных образцов, не считая микрофонов, наушников, телеграфных ключей и радиоламп военного времени.

Музей был создан в мае 2000 г. Тогда мы пригласили к себе в офис на празднование 55-летия Победы нескольких коротковолновиков-ветеранов войны, а для оформления зала, где проходила встреча, сотрудники фирмы принесли имевшиеся у них старые военные приемники и радиостанции. Из существовавшего в то время музея ЦРК РФ имени Э. Т. Кренкеля на время дали партизанский "Север", Виктор Захаров (UA3FU) принес приемники Е-52а и Е-53...

Именно после той встречи и родилась идея создать на фирме музей старой военной радиоаппаратуры. Основу экспозиции составили те же Е-52а и Е-53, появились AR-88 и Marconi CR-100, а также ряд советских радиостанций — всего около 15 экспонатов. В таком виде эта экспозиция и существовала следующие четыре года.

После переезда фирмы в собственное здание встал вопрос о расширении музея. И начиная с лета прошлого года нам удалось значительно пополнить нашу экспозицию. Впрочем, этот процесс не закончен и до сих пор...

Фото 1

На фотографиях можно увидеть, что у нас получилось. Мы разместили три музейные витрины в своем главном фойе на втором этаже, но экспозиция уже шагнула и на третий этаж.

В числе советских экспонатов (**фото 1**) у нас есть довольно редкие образцы пехотных радиостанций РБ-40 (3-Р), 12-РП и 13-Р, одна из первых танковых радиостанций 71-ТК, радиостанции истребителя РСИ-4 и РСИ-6, а также РСБ-Ф, РБМ и А-7-А. Экспонируются приемники КС-2, УС, УС-П и 5СГ-3. Кстати, радиостанции 13-Р и приемники КС-2 собирались с использованием деталей от популярного накануне войны вещательного приемника 6Н-1, который также имеется в нашем музее.

Немецкая часть экспозиции содержит более 30 образцов, в том числе и такие, которые невозможно увидеть в других российских музеях. Например, носимую УКВ радиостанцию Feldfu.f или авиационную радиостанцию FuG 17, предназначенную для связи с наземной бронетехникой.

Ленд-лизовская часть экспозиции (**фото 2**) состоит в основном из американских приемников и радиостанций, хотя есть и английские экспонаты. Именно об имеющихся у нас американских КВ приемниках мы и хотели бы поговорить подробнее.

В 1941 г., когда война уже вовсю полыхала в Европе, а немецкие армии вплотную подошли к Москве, в Америке по-прежнему работали в эфире любительские радиостанции, а американская промышленность продолжала выпускать аппаратуру для радиолюбителей. Особенно активны были компании National, Hammarlund, Hallicrafters.

Однако в начале декабря 1941-го, после нападения японцев на Перл-Харбор и объявления американцами войны Японии, любительская радиосвязь в США была запрещена, и все производители любительской аппаратуры в одночасье потеряли привычные рынки сбыта. Естественно, все они начали атаковать военное ведомство США, предлагая свою продукцию для военных целей.

В результате "на военную службу" оказались приняты около 15 различных моделей аппаратуры, первоначально разработанной для радиолюбителей. Многие из таких моделей поставлялись и в СССР по американскому закону о ленд-лизе, согласно которому США могли передавать в заем или аренду правительству любой страны, оборона которой признавалась жизненно важной для безопасности США, военную технику, оружие, боеприпасы, снаряжение, стратегическое сырье, продовольствие и прочие необходимые материалы. И вот наряду с оружием, самолетами, танками и продовольствием начались поставки в СССР аппаратуры радиосвязи, среди которой немалую долю составляли как раз те КВ приемники, которые ранее предназначались для любительской радиосвязи.

В экспозиции музея фирмы РКК представлены все основные модели таких приемников. Прежде всего, следует упомянуть о приемниках Super-Pro компании Hammarlund. В 1936 г. было начато производство этих приемников (SP-110, SP-210, SP-210-L, SP-210-LX и др., всего было заявлено около 30 вариантов), имевших уникальные по тем временам схемные решения для узлов АРУ, кварцевых фильтров, УПЧ.

Hammarlund был одной из немногих компаний, сумевших ввести свои из-

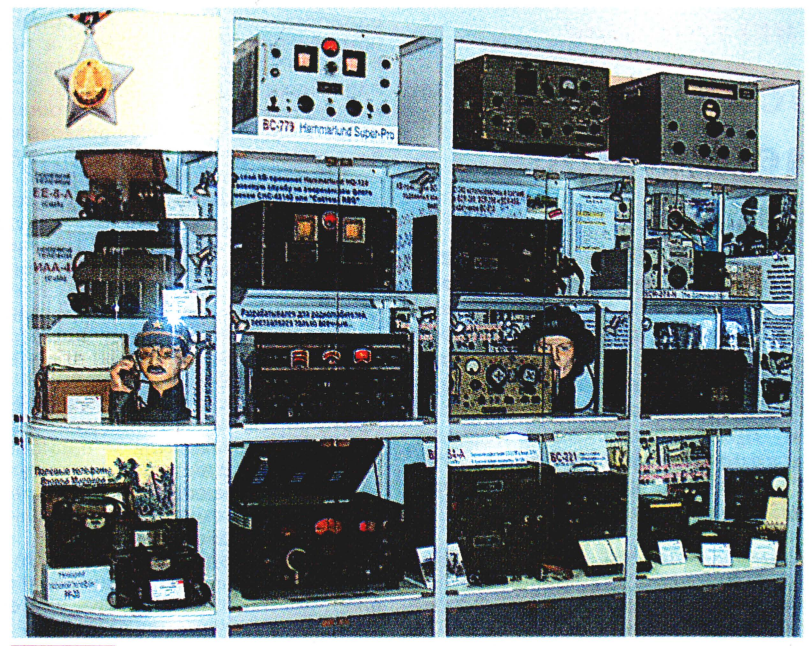


Фото 2

делия в номенклатуру военного ведомства. Именно его приемники больше известны нашим радиолюбителям под их военными марками (BC-779, BC-794, BC-1004), чем под их первоначальными "гражданскими" названиями. Хотя в Интернете и по сей день можно встретить объявления типа "Предлагаю Hammarlund SP-110LX"...

В нашей экспозиции представлена модель BC-779-B (**фото 3**). Ее аналог — это SP-210-LX, и именно эта модель послужила прототипом при разработке советских приемников "Пурга-45", КВ-М и др.

Есть у нас и куда более редкий экземпляр — Hammarlund HQ-120, проходивший военную службу на американском флоте под именем CHC-46140 (**фото 4**). Оказалось, что и такие приемники тоже поставлялись в нашу страну во время войны.

На **фото 5** показан и КВ приемник Hallicrafters SX-28. Такие приемники использовались в США на центрах пеленгации немецких подводных лодок, но основная их часть была передана союзникам — Англии и СССР. Так что теперь найти SX-28 в России проще, чем в США.

Компания Hallicrafters поставляла военным еще несколько моделей своих приемников (S-22R, S-27, S-29, S-36), но, по всей видимости, они не поставлялись в СССР. А вот любительский 450-ваттный передатчик Hallicrafters HT-4 хорошо известен старшему поколению наших коротковолновиков. Это BC-610, он вместе с приемниками BC-312 и BC-342 применялся в составе подвижных комплектов SCR-299, SCR-399 и SCR-499, которые устанавливались в кузовах мощных американских "Студебекеров". Именно этот передатчик наши ветераны привыкли называть "эс-це-эрка".

Рядом с SX-28 у нас располагается знаменитый AR-88D (**фото 6**), который компания RCA подготовила к выпуску как раз в конце 1941 г. В результате все AR-88, которые разрабатывались как приемники класса люкс для радиолюбителей (AR — Amateur Radio), были переданы военным, а коротковолновики смогли получать их после войны только с армейских радиоцентров или складов.

В годы войны такие приемники использовались по 2—3 штуки в стойках, предназначенных для разнесенного приема. Видимо, именно поэтому AR-88 у нас чаще встречаются в бескорпусном, стоечном исполнении. Кроме AR-88D, который перекрывал диапазон частот от 540 кГц до 32 МГц, для военных целей была разработана и модель AR-88LF, перекрывавшая диапазон от 73 кГц до 30,5 МГц.

Не отставала от своих конкурентов и компания National. Помимо своего знаменитого профессионального приемника HRO, о котором будет сказано ниже, она поставляла военным разработанные для радиолюбителей модели NC-100 и NC-200. Последний имеется в нашей коллекции (**фото 7**), а в годы войны такие КВ приемники применялись в качестве обзорных на армейских радиоцентрах.

Особо следует сказать о приемнике National HRO (**фото 8**). Он был разработан в 1935 г. как высокостабильный приемник для наземных авиационных служб и вошел в историю благодаря своей оригинальной конструкции.

До тех пор ни один служебный приемник, предназначенный для работы в широком диапазоне частот (а HRO перекрывает диапазон от 50 кГц до 30 МГц), не выпускался без переключателя диапазонов. Но в приемниках HRO вместо переключателя применяются сменные блоки контуров, а блок переменной емкости располагается параллельно передней панели. Это позволило уменьшить число монтажных соединений и сделать приемник простым и надежным в эксплуатации. Говорят, что на наших заполярных метеостанциях такие приемники работали месяцами не выключаясь.

Оригинальная конструкция компании National была неоднократно повторена как союзниками США по антигитлеровской коалиции, так и противниками. По лицензии National такие приемники выпускались в Австралии и Новой Зеландии, а без всяких лицензий были скопированы в Японии и Германии. Известно, что копия модели HRO Jr (HRO-Junior, без стрелочного индикатора) выпускалась даже на заводе VEF в оккупированной Риге.

Но копией, превзошедшей по качеству работы оригинал, следует, конечно, признать немецкий KST фирмы "Кёртинг". Фотографию этого приемника, о котором многие слышали, но поч-



Фото 3

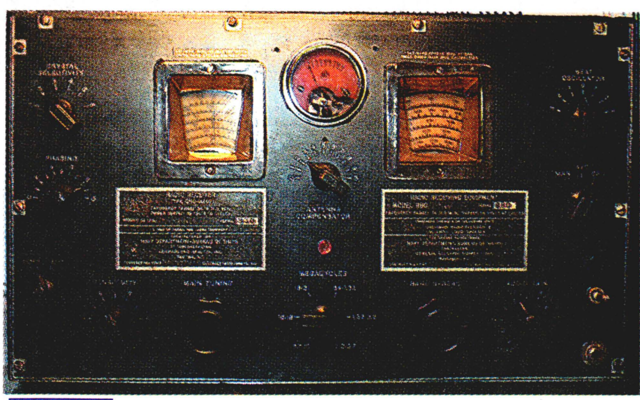


Фото 4



Фото 5

ти никто не видел, мы хотим привести здесь (**фото 9**). Посмотрите, как похож KST на свой американской прототип —

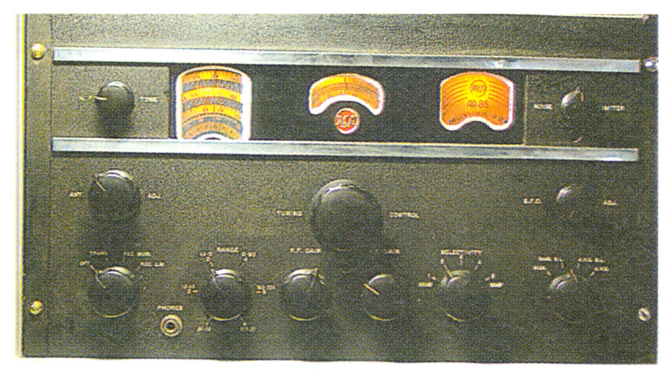


Фото 6

та же знаменитая ручка настройки, то же расположение деталей. Вот только американские октальные лампы заменены на немецкие металлические "черепашки" (EF11, EF13, EF14 и др.), которые по своим параметрам превосходили американские аналоги. В нашей экспозиции пока нет приемника KST, но мы надеемся, что рано или поздно он у нас появится.

Мы используем любые возможности для пополнения нашей экспозиции, в том числе не отказываемся и от привлечения образцов из других коллекций, а также охотно предоставляем имеющиеся у нас дубликаты другим музеям. Например, мы передали Центральному музею Вооруженных сил несколько образцов американской аппаратуры для демонстрации в составе экспозиции, посвященной поставкам по ленд-лизу.

Коллекционирова́ние радиоаппаратуры времен Великой Отечественной уже превратилось для нас в серьезное увлечение. Надо сказать, что коллекций аппаратуры служебной радиосвязи в нашей стране не так много, в большинстве своем коллекционеры собирают радиовещательные приемники, которые и выглядят гораздо приятнее угловатых серых ящиков, что стоят в наших витринах, да еще и слух радуют, принимая вещательные станции на ДВ или КВ.

Но в том-то и заключается для нас привлекательность собирания старой служебной аппаратуры (более того, воевавшей в годы Великой Отечественной), чтобы создать лучшую в России коллекцию. Понятно, мы никогда не сможем достичь уровня Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи (Санкт-Петербург) в том, что касается советской военной радиоаппаратуры. Хотя наша коллекция советских приемников, передатчиков и радиостанций уже имеет несколько редких образцов. Однако в том, что касается американской ленд-лизовской и особенно немецкой аппаратуры, мы уже сегодня готовы поспорить с любой другой отечественной коллекцией.

Каким мы представляем себе будущее нашего музея?

Мы понимаем, что расширять нашу экспозицию до бесконечности мы не сможем. Имеются ограничения по площадям для витрин, хотя надо сказать, что нашему музею повезло в том, что он располагается в собственном здании нашей фирмы и никто не пытается нас выселить. Наоборот, есть еще коекакие резервы для расширения.

Тем не менее главной своей задачей мы считаем развитие экспозиции не столько "вширь", сколько "вглубь". Уже сейчас в нашем музее помимо экспонатов можно найти достаточно информации на художественных задниках витрин. Уже создан специальный сайт **www.rkk-museum.ru** с подборкой фотографий имеющихся у нас витрин и экспонатов, и в ближайших планах — развитие этого сайта, размещение дополнительных фотографий, где каждый из экспонатов будет показан в разных ракурсах, в собранном и разобранном виде.

На музейном сайте о каждом экспонате можно будет рассказать достаточно подробно, с привлечением информационных материалов как из Интернета, так и из печатных источников. Для этого у нас уже накоплено доволь-

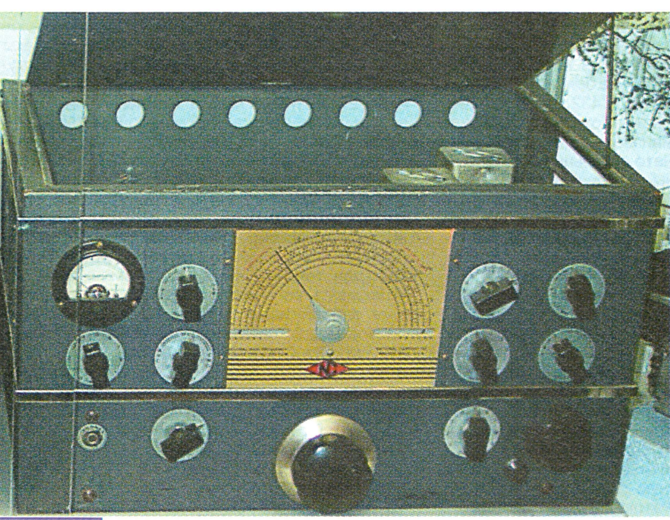




Фото 7

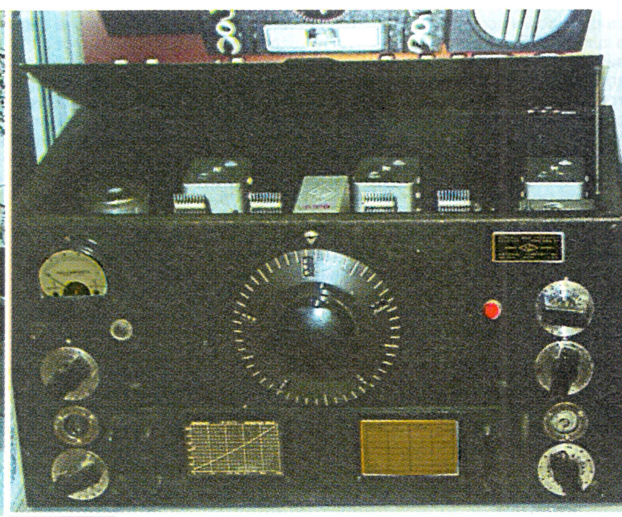


Фото 8

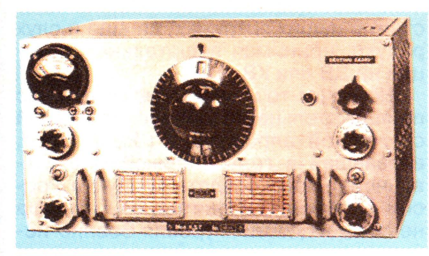


Фото 9

но много материалов, включая описания почти всех наших экспонатов на языке оригинала (английском, немецком). Будем переводить нужные нам тексты на русский, чтобы посетители нашего сайта не имели проблем при изучении материалов.

А в целом мы рассматриваем нынешнее наше увлечение как дань памяти нашим отцам, воевавшим на фронтах Великой Отечественной войны или трудившимся в тылу, создавая оружие Победы. Хотелось бы надеяться, что наш труд не пропадет даром и мы сумеем увлечь идеей изучения этого аспекта нашей военной истории кого-то из нынешних молодых.

В заключение хотелось бы, не называя конкретных имен, выразить глубокую благодарность тем, кто помогал нам в сборе образцов старой военной аппаратуры. Мы получали экспонаты из Санкт-Петербурга, Нижнего Тагила, Пензы, Волгограда и даже из республик ближнего зарубежья — с Украины и из Белоруссии.

Были в числе наших помощников и несколько коротковолновиков-ветеранов Великой Отечественной войны, и их мы с особым удовольствием поздравляем с замечательным праздником — 60-летием Великой Победы.



Соревнования

"Русская рулетка"

Эти соревнования приходят на смену "Звездам КВ эфира", название которых изначально было придумано для очно-заочных соревнований, поводившихся в 1991 г. в рамках подготовки к предстоящему Командному чемпионату мира (WRTC). Мы сохраняем это название для соревнований подобного рода, а июньским экспериментальным соревнованиям даем новое имя, более отражающее "сумашедшинку" их программы.

Начиная с этого года изменяется время их проведения. Они по-прежнему будут проходить во вторую субботу июня (в этом году 11 июня), но уже с 7 до 11 UTC. Виды работы — CW и SSB, диапазоны — 10, 15, 20 и 40 метров. Участники — коротковолновики всех стран мира — соревнуются в подгруппах: станции с несколькими операторами (один передатчик), станции с одним оператором. В них есть только многодиапазонный зачет. У станций с одним оператором он будет отдельно для CW, SSB и MIXED, а с несколькими операторами — только MIXED.

Все участники передают при первой радиосвязи в качестве контрольного номера почтовый индекс из своего почтового адреса, а в дальнейшем — контрольные номера, принятые от предыдущего корреспондента ("обменные" контрольные номера). Число символов (цифр или букв) в номере зависит от системы, принятой в стране участника: шесть цифр для России, пять цифр для Украины, шесть букв и цифр для Великобритании и т. д. Если почтовый индекс содержит пробелы, то они не передаются.

В зачет идут все связи независимо от местонахождения корреспондента. Повторные связи засчитываются на разных диапазонах, а для MIXED и на одном диапазоне — другим видом работы. За каждую радиосвязь внутри континента начисляется 3 очка. Каждая территория мира по списку диплома DXCC дает одно очко для множителя на каждом диапазоне (для MIXED — независимо от вида работы).

Команда радиостанции с несколькими операторами, показавшая лучшие результаты в своей подгруппе, будет отмечена плакеткой журнала "Радио", а операторы индивидуальных радиостанций — медалями. Те, кто войдет в своих подгруппах в первую десятку, будут отмечены контест-дипломами журнала "Радио". Отчеты надо выслать не позднее чем через две недели после окончания соревнований в редакцию журнала "Радио".

"Полевой день"

В этом году международные соревнования "Полевой день" на призы журнала "Радио" пройдут с 14 UTC 2 июля до 13 UTC 3 июля. В этот же период пройдут чемпионат РФ по радиосвязи на УКВ (организатор СРР) и УКВ "Полевые дни" многих других национальных радиолюбительских организаций 1-го района IARU. Поскольку, с одной стороны, основная масса участников — россияне, а с другой — успех чемпионата страны немыслим без широкого международного участия, то международный "Полевой день", организуемый журналом, и чемпионат страны будет, как и в прошлые годы, судить единая судейская коллегия.

В этом году в положение о чемпионате внесены некоторые изменения, но они не касаются эфирной работы — во всех соревнованиях время проведения одно и то же. Одинаковы и контрольные номера, которые совпадают с теми, что используют в своих "Полевых днях" иностранные радиолюбители. Начисление очков в чемпионате теперь несколько другое, но это касается только работы судейской коллегии. Мы приводим изложение положения о чемпионате, поскольку в положение о "Полевом дне" изменения не вносились. Особо надо подчеркнуть, что по договоренности между организаторами (журнал "Радио" и СРР) во избежание путаницы, которая была в прошлые годы, установлен единый адрес для высылки отчетов. Как электронные, так и бумажные отчеты должны высылаться в адрес редакции журнала "Радио" (**contest@radio.ru** и 107045, Москва, Селиверстов пер., 10).

Чемпионат РФ по радиосвязи на УКВ проводится в соответствии с "Правилами соревнований по радиоспорту", "Единой всероссийской спортивной классификацией", "Инструкцией о порядке регистрации и эксплуатации любительских радиостанций РФ" и настоящим положением (см. сайт **www.srr.ru**). Зачет в нем есть только для российских граждан, территориально находящихся в пределах РФ.

Соревнования проводятся на трех радиолюбительских диапазонах: 144, 432 и 1296 МГц. Виды работы: CW, Phone (SSB, FM, AM). В зачет принимаются радиосвязи, проведенные с радиолюбителями всех стран и территорий мира с использованием всех видов прохождения на УКВ (за исключением связей через активные и пассивные ретрансляторы, спутники, Луну и метеоры, а также связей с радиостанциями, находящимися на подвижных объектах). За все время соревнований с одним корреспондентом на каждом диапазоне засчитывается одна радиосвязь (независимо от вида работы CW или Phone).

Зачетные подгруппы: SOSB 144, SOSB 432, SOSB 1296, SOMB, MOMB (не более трех операторов), SOSB YL 144, SOSB YL 432, SOSB YL 1296, SOMB YL. Участник может работать в соревнованиях на нескольких диапазонах, а выступать как SOSB. При этом в отчете остальные диапазоны должны быть отмечены — "Для контроля".

Участники соревнований обмениваются контрольными номерами, состоящими из RS(T), порядкового номера радиосвязи, начиная с 001, и WW QTH LOC. Нумерация радиосвязей — отдельная по каждому диапазону.

При наличии в отчете более 5 % повторно переданных и пропущенных контрольных номеров участник снимается с зачета соревнований. При превышении 30 % не засчитанных связей от числа заявленных (исключая не присланные отчеты) участник снимается с зачета соревнований. Расхождение во времени проведения радиосвязей допускается не более трех минут. Временем проведения связи считается момент ее окончания. Время в отчетах указывается в UT.

За каждую зачетную радиосвязь начисляются очки за каждый километр расстояния до корреспондента: на диапазоне 144 МГц — 1 очко, на диапазоне 432 МГц — 4 очка, на диапазоне 1296 МГц — 10 очков. Суммарные очки за связи на диапазоне умножаются на число больших квадратов (LO48, KO85, LO88 и т.п.) на том же диапазоне. Окончательный результат определяется как сумма очков, набранных на всех диапазонах. Связи с радиолюбителями, не приславшими отчет, засчитываются при условии, если их позывные встречаются не менее чем в трех присланных отчетах. За эти связи начисляется половина очков. Квадрат засчитывается для множителя.

Участники, занявшие первые места в группах SOMB, SOMB YL и MOMB, удостаиваются звания "Чемпион РФ по радиосвязи на УКВ 2004 года". Участники, занявшие первые места во всех подгруппах, награждаются призами и дипломами 1-й степени (в группе MOMB дипломы 1-й степени получает коллектив и каждый член коллектива). Участники, занявшие 2—3-е места в своих группах, награждаются дипломами соответствующих степеней.

Каждый участник или команда, независимо от количества проведенных радиосвязей, составляет отчет за соревнования. На титульном листе отчета обязательно должны быть указаны: позывной, локатор, идентификатор области, группа соревнований — латинский алфавит; фамилия и инициалы, адрес, спортивный разряд — русский алфавит. Надо также привести и данные о аппаратуре. Отчет желательно выполнить в электронном виде. Он посылается через e-mail, на дискете или CD. Отчет в бумажном виде посылается письмом.

Отчеты направляют в адрес судейской коллегии не позднее чем через 30 суток после окончания соревнований, т. е. до 3 августа 2004 г.

Отчеты участников могут быть трех видов. Первый вариант: отчет создается специально написанной программой UA4NAL (позволяет как работать в соревнованиях, так и набрать отчет после соревнований), подсчет очков осуществляется автоматически программой. Второй вариант: отчет формируется любой программой для УКВ тестов (VHFTEST by S53WW, K1EA, N6TR, UA1AAF и др.) или программами электронных аппаратных журналов (TACLog by OZ2M и др.), которые создают файлы в текстовой форме ASCII с соответствующими именами (например, rw3tj_1.log rw3tj_2.log rw3tj_3.log), а титульный лист обязательно создается программой UA4NAL (например, rw3tj.sum), так как большинство программ не содержат в титульном листе следующей необходимой информации — разряд, название области и т. д. Подсчет очков можно не производить, это сделает программа судейства соревнований. Третий вариант: отчет заполняется вручную на соответствующих бланках (для тех, кто не имеет возможности использовать компьютер), с обязательным полным заполнением титульного листа. Пример листов можно взять на **www.vhf.qrz.ru**. Такие отчеты судейская коллегия сама переводит в электронный вид, используя программу UA4NAL. Подсчет очков можно не производить, это сделает программа судейства соревнований. Отчеты, набранные в других форматах (не ACSII), не принимаются. Текущая информация о ходе судейства и предварительные результаты на **www.vhf.qrz.ru**. Программа UA4NAL для работы в соревнованиях и набора отчета после соревнований — на этом же сайте.